

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

## **OSİLATÖRLER VE FİLTRE DEVRELERİ 523EO0455**

**Ankara, 2012**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. OSİLATÖRLER.....	3
1.1. Geri Besleme Kavramı, Negatif Geri Beslemenin Etkileri ve Çeşitleri.....	3
1.2. Osilasyon ve Osilatör Tanımı.....	5
1.3. Kullanım Alanları.....	7
1.4. Osilatörlerde Frekans Kayması .....	7
1.5. Osilatör Çeşitleri .....	7
1.5.1. Wien Köprü Osilatör Devresi.....	8
1.5.2. Kristal Osilatör .....	9
1.5.3. RC Osilatör.....	12
1.5.4. LC Osilatör .....	16
1.5.5. Multivibratörler .....	24
1.5.6. Schmitt Trigger Devreleri .....	29
UYGULAMA FAALİYETİ.....	32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	37
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	39
2.FİLTRELER.....	39
2.1. Filtre Teorisine Giriş .....	39
2.2. Haberleşme Sistemlerine Kullanım Amacı .....	40
2.3. Filtrelerin Sınıflandırılması .....	41
2.3.1. Pasif Filtreler (R, L, C Elemanları Seri ya da Paralel ).....	42
2.3.2. Aktif Filtreler.....	44
UYGULAMA FAALİYETİ.....	50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	56
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	57
CEVAP ANAHTARI.....	60
KAYNAKÇA .....	62

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>523EO0455</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik-Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Haberleşme Sistemleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Osilatörler ve Filtre Devreleri</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül, osilatör çeşitlerinin, yapılarının ve çalışma prensiplerinin kavratılması, ihtiyaç duyulan osilatör devresinin tasarım ve uygulamalarının yapılması ve temel filtre devrelerinin kurulması ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Bu modülün ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Osilatör ve filtre devrelerini incelemek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında osilatör ve filtre uygulamalarını gerçekleştirebileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Osilatör çeşitlerini, yapılarını ve çalışma prensiplerini kavrayıp ihtiyaç duyduğu osilatör devresinin tasarım ve uygulamalarını yapabileceksiniz.</li><li>2. Haberleşme sistemlerinde kullanılan filtre devrelerini kavrayarak temel filtre devrelerini kurabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Elektrik-elektronik laboratuvarı, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı vb. <b>Donanım:</b> Bilgisayar, projeksiyon cihazı, çizim ve simülasyon programları, kataloglar, deney setleri, çalışma masası, avometre, bread board, eğitmen bilgi sayfası, havya, lehim, elektrikli almaçlar, anahtarlama elemanları, yardımcı elektronik devre elemanları, elektrik elektronik el takımları
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (çoktan seçmeli, doğru yanlış, tamamlamalı test ve uygulama vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Haberleşme sistemleri çağımızın vazgeçilmezlerinden biri olmuş durumdadır. Bu sistemlerin girmediği bir alan şu anda yoktur.

Bu sistemlerinde vazgeçilmez olan unsurları mevcuttur. Bunlardan başlıcaları osilatör ve filtre devreleridir. Bunlar olmadan bir haberleşme sistemi düşünülemez. Bu sebeple bu modül ve devrelerin çalışma mantığı haberleşme için önemlidir.

Haberleşme sistemlerinde, kare dalga sinüs dalga veya üçgen dalga biçimlerini kullanıldığı çok sayıda uygulama bulunmaktadır. Bundan dolayı uygulamaların çoğunda birden fazla frekans kullanmak ve bunları birbirine senkronize edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu da frekans üretimini gündeme getirmektedir.

Frekans üretimi için osilatörlere, bu frekansları süzmek amacıyla da filtre devrelerinde ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu modülde sizlere çeşitli osilatörlerden ve filtre devrelerinden bahsedilecektir.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Osilatör çeşitlerini, yapılarını ve çalışma prensiplerini kavrayıp ihtiyaç duyulan osilatör devresinin tasarım ve uygulamalarını yapabileceksiniz.

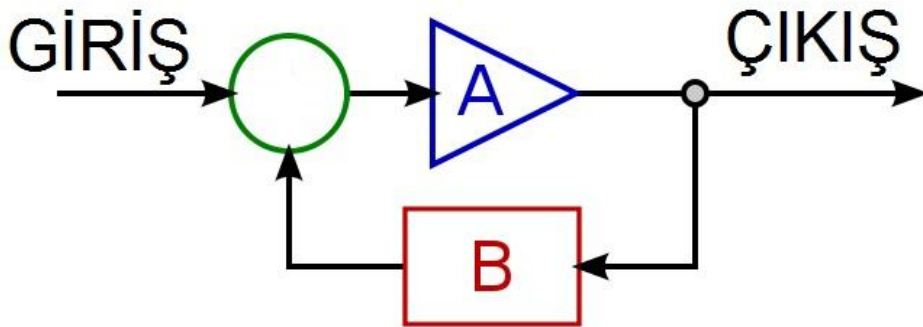
## ARAŞTIRMA

- Bir salıncağa ilk kuvveti uyguladıktan sonra salıncağın hareketini gözlemleyiniz. Bu hareketin sürekli devam etmesi için ne yapılması gerektiğini arkadaşlarımızla tartışınız.
- Alternatif Akım Esasları modülünde öğrenmiş olduğunuz Hz, frekans gibi kavramları tekrar gözden geçirin.

## 1. OSİLATÖRLER

### 1.1. Geri Besleme Kavramı, Negatif Geri Beslemenin Etkileri ve Çeşitleri

**Geri besleme**, bir insanın başka bir insana, yaptığı bir davranışla ilgili bilgi vermesi anlamındadır fakat elektrik-elektronik sistemlerinde kullanılan anlamı ise çalışan bir sistemin çıkış sinyalinin giriş sinyali ile etkileşime girmesidir.



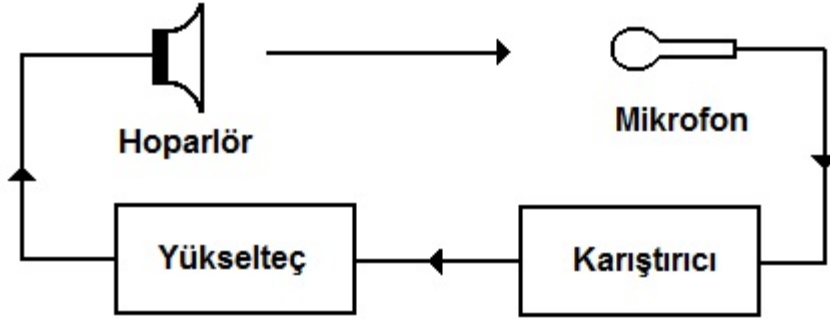
Şekil 1. 1: Geri besleme modeli

Elektrik-elektronik sistemlerinde iki tür geri besleme vardır.

**Negatif geri besleme:** çıkıştan alınan sinyalin girişe, giriş sinyalini zayıflatıcı yönde uygulanmasıyla gerçekleştirilir. Bu şekilde sistem daha kararlı ve verimli çalışması sağlanmaktadır.

Örnek olarak ısı kontrollü çalışan elektrik sobası verilebilir. Bu sistemde ortamın soğuk olduğunu algılayan sensör sobayı açarak ortamı ısıtmaya başlar. Belli bir ısı değerinden sonra bu kez sensör sobayı kapatarak ortamın soğumasını bekler. Bu şekilde sistem belli bir ısı aralığında çalışmaktadır.

**Pozitif geri besleme:** çıkıştan alınan sinyal giriş ile aynı fazda, giriş sinyalini arttırıcı yönde girişe uygulanmasıdır. Bu sistemde çıkış sinyali giderek artmaktadır. Bu sinyal kontrol edilmezse sisteme zarar verebilir. Pozitif geri beslemeye en güzel örnek, mikrofonla hoparlör önünden geçerken oluşan ıslık sesidir. Mikrofon hoparlör önünde kalırsa ıslık sesi giderek artar. Sonuç olarak sisteme veya çevreye zarar verir.



Şekil 1. 2: Pozitif geri besleme örneği

Pozitif geri besleme yaygın olarak osilatör devrelerine tercih edilmektedir. Negatif geri besleme ise sağladığı avantajlardan dolayı birçok sistemde tercih edilmektedir. Negatif geri beslemenin sağladığı avantajlar:

- Daha kararlı bir gerilim kazancı
- Daha iyi bir frekans tepkisi
- Daha fazla doğrusal çalışma
- Daha yüksek giriş direnci
- Daha düşük çıkış direnci
- Daha az gürültü



Geri beslemeyi gerçekleştirmek üzere hem gerilim hem de akım girişe seri ya da paralel olarak uygulanabilir. Negatif geri besleme bağlantı türlerine göre dörde ayrılır.

Bunlar:

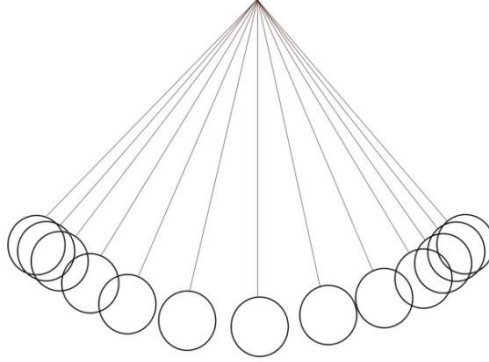
- Seri gerilim geri beslemesi
- Paralel gerilim geri beslemesi
- Seri akım geri beslemesi
- Paralel akım geri beslemesi

Paralel geri beslemeli devrelerde giriş empedansı düşük, akım geri beslemeli devrelerde çıkış empedansı yüksek, seri geri beslemeli devrelerde giriş direnci yüksek ve gerilim beslemeli devrelerde çıkış empedansı düşük özellikler gösterir.

Yükselteçlerde genellikle giriş empedansının yüksek, çıkış empedansının düşük olması istenir. Bu nedenle seri ve gerilim geri besleme kullanılarak sağlanır.

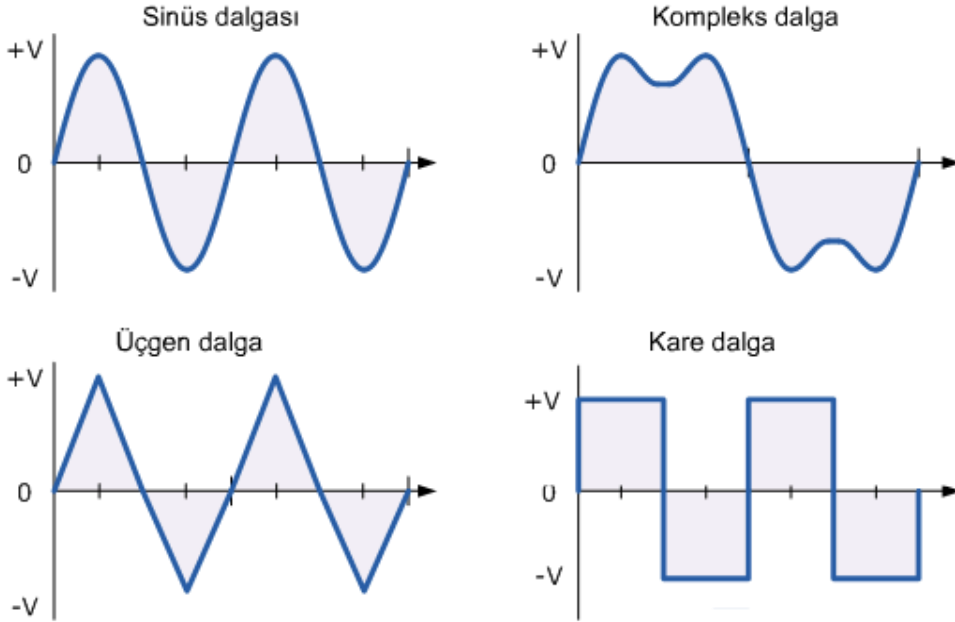
## 1.2.Osilasyon ve Osilatör Tanımı

**Osilasyon (Salınım):** Herhangi bir nesnenin belli bir değere göre iki durum arasında zamana göre tekrarlanan değişimdir.



**şekil 1. 3: Basit sarkaç salınımları (osilasyon)**

Elektrik-elektronik sistemlerde ise zaman içerisinde yönü ve şiddeti belli bir düzen içerisinde değişen elektrik sinyallerine **osilasyon** nedir. Osilasyon, elektronik devrelerde (osilatörler devreleri hariç) istenmeyen bir olaydır. Devrenin çıkışında osilasyon fazla ise zararlı olabilir. Bu yüzden osilasyonları azaltmak için fazladan elektronik devreler kullanılır. fakat bu osilasyonların gerekli olduğu sistemlerde bulunmaktadır. Bu sebeple osilasyon sinyalleri üreten devrelere de ihtiyaç vardır. Bu devrelere **osilatör devreleri** denir.

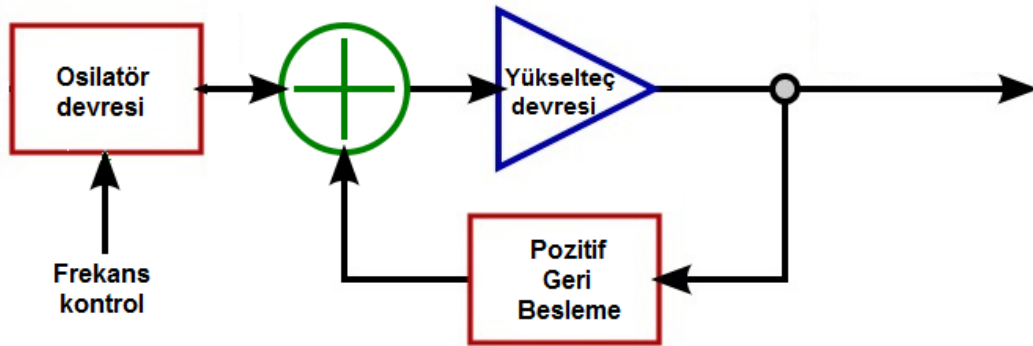


Şekil 1. 4: Osilatör çıkış eğrileri

**Osilatörler:** Belli frekanslarda kare, sinüs, üçgen veya testere dişi biçiminde sinyal üretmeye yarayan, geri beslemeli amplifikatör (yükseltici) devreleridir. Diğer bir deyişle kendi kendine sinyal üretebilen elektronik bir elemandır.

Osilatörler bir kez harekete geçirildikten sonra bir AC çıkış sinyali üretir. Bu AC sinyalinin küçük bir bölümü girişe geri beslenip orada yükseltilir. Giriş sinyali yükseltilerek çıkışa gelir ve aynı süreç tekrar eder, oluşan sürece tekrar üretimli süreç denir. Çıkış sinyali giriş sinyali sinyaline bağlıdır, aynı şekilde giriş sinyali de çıkış sinyaline bağlıdır.

Geri beslemeli bir osilatörünün çalışması için üç koşulun sağlanması gerekmektedir. Bunlar: yükseltme, pozitif geri besleme, frekansa bağlı olma



Şekil 1. 5: Osilatör devresi blok şeması

### 1.3. Kullanım Alanları

Osilatörler televizyon, radyo, telsiz, AM alıcı ve vericiler, FM alıcı ve vericiler gibi sistemlerde genel olarak elektronik haberleşme sistemlerinde ve otomasyon sistemlerinde yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Kullanım amacı üzerinde durmak gerekirse karışık sistemlerde elemanlar görevlerini yerine getirebilmek için değişik tipte sinyallere ihtiyaç duyar. Örneğin bir mikro denetleyicinin yazılmış olan programı yürütebilmesi için bir kare dalga (saat darbesi) sinyal ile tetiklenmesi gerekmektedir yani en genel ifadeyle osilatörde amaç istenilen yerde istenilen miktarda ve istenilen türden sinyalin üretilmesini sağlamak ve elemanların ihtiyaçlarını gidermektir.

### 1.4. Osilatörlerde Frekans Kayması

Osilatörlerde aranan en önemli özellik frekans kararlılığıdır. Frekans kayması diğer bir deyişle frekansta meydana gelen istenmeyen değişimler, kontrol sistemlerinde çok ciddi hatalara sebep olur.

Frekans kaymasının başlıca nedenleri şunlardır:

- Besleme gerilimindeki değişimler
- Mekanik sarsıntılar
- Isı değişimi
- Yük değişimi

Osilatör tasarımlarında bu faktörlere karşı gerekli önlemler alınarak frekans kayması mümkün olduğu ölçüde engellenmelidir.

### 1.5. Osilatör Çeşitleri

Genel olarak osilatörler, sinüzoidal osilatörler ve sinüzoidal olmayan osilatörler olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir. Sinüzoidal osilatörler, çıkışında sinüzoidal sinyal, sinüzoidal olmayan osilatörler ise kare, dikdörtgen, üçgen ve testere dişi gibi sinyaller üretir. Kare dalga üreten osilatör devrelerine aynı zamanda "multivibratör" adı verilir.

Günümüzde çeşitli adlarla özel osilatör türleri vardır. Bunlara örnek olarak LC Armstrong osilatör, Colpits osilatör, Hartley osilatör, RC faz kaymalı osilatör, wien köprü osilatör, kristal osilatör verilebilir. Bu modülde wien köprü osilatör, kristal osilatör, RC osilatör, LC osilatör, multivibratörler ve Schmitt trigger devreleri hakkında bilgi verilecektir.

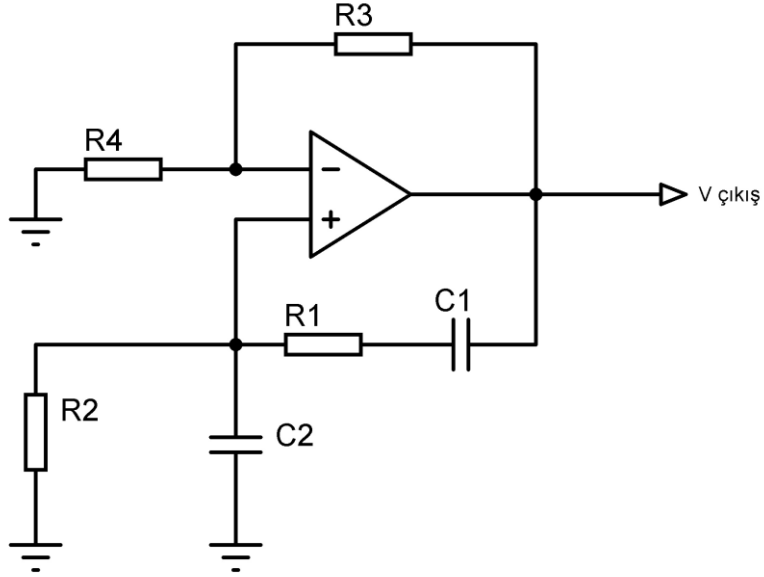
Osilatör seçimi yapılırken kullanılacak devreye uyumu önemlidir. Örneğin, yüksek frekanslı sinyal üretilip bu frekans sabit isteniyorsa kristal osilatörler tercih edilirken daha basit devrelerde RC veya LC osilatör yeterli olmaktadır. Bu farkta maliyeti etkilemektedir.

Osilatör tipi	Özelliği	Çalışma Frekansı
Wien Köprü Osilatör	Kararlı alçak frekans	5 HZ ile 1 MHz
Kristal osilatör	Kararlı yüksek frekans	10 kHz ile 2 GHz
RC osilatör	Alçak frekans	20 Hz ile 20 kHz
LC osilatör	Yüksek frekans	20 Hz ile 2 MHz

**Tablo 1.1: Osilatör çeşitleri**

### 1.5.1. Wien Köprü Osilatör Devresi

Wien köprü osilatör devresi hem pozitif hem de negatif geri besleme kullanan bir RC faz kaydırma osilatördür. Bu osilatör kolaylıkla akort edilebilen ve 5 Hz ile 1 MHz arasındaki frekansları üretmek için sinyal üreticilerinde yaygın olarak kullanılan kararlı alçak-frekans osilatördür.



**Şekil 1. 6: Op-amp'lı wien köprü osilatörü**

Şekil 1.6 'da görüldüğü gibi  $R_1 - C_1$  'den seri,  $R_2 - C_2$  'den oluşan paralel R-C devreleri wien köprü osilatörünü oluşturur. Devrede yükselteç olarak OP-AMP kullanılmıştır. Çıkış sinyali, belli oranda op-amp'ın faz çevirmeyen (+) girişine  $R_1 - C_1$  elemanları ile geri beslenmektedir.

Op-amp'ın çalışma frekansında  $R_1 - C_1$ ,  $R_2 - C_2$  'den oluşan köprü devresi maksimum geri beslemeyi yapmakta ve bu frekansta faz açısı sıfır olmaktadır.

Devrede  $R_3 - R_4$  ve OP-AMP 'tan oluşan kısım yükselteci,  $R_1 - C_1$  ile  $R_2 - C_2$  'den oluşan kısım wien köprü devresini yani frekans tespit edici tertibi meydana getirir.

Çıkıştan alınan sinüsoidal sinyalin frekansı veya devrenin çalışma frekansı,

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1.C_1.R_2.C_2}} \text{ formülü ile bulunur.}$$

Devrede  $R_1=R_2=R$  ve  $C_1=C_2=C$  olarak seçilirse formül,

$$f = \frac{1}{2\pi.R.C} \text{ olur.}$$

Ayrıca, devrenin istenen frekansta osilasyon yapması ve yeterli çevrim kazancını sağlayabilmesi için  $\frac{R_3}{R_4}$  olmalıdır.

**Örnek:** Op-amp'lı wien köprü osilatör devresinde  $R_1=R_2=10 \text{ K}$ ,  $C_1=C_2=10 \text{ nF}$  ise devrenin çıkışından alınan sinüsoidal sinyalin frekansını bulunuz.

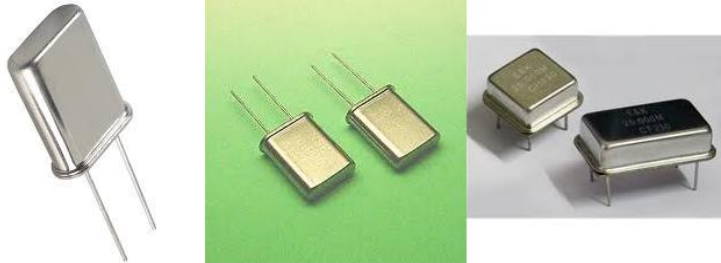
$$f = \frac{1}{2\pi.R.C} = \frac{1}{6,28.10.10^3.10.10^{-9}} = 1592,35 \text{ Hz}$$

### 1.5.2. Kristal Osilatör

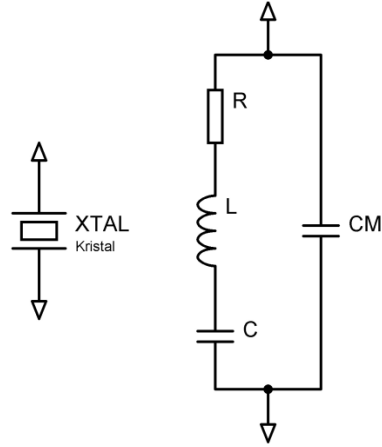
Osilatörlerde frekans kararlılığı çok önemlidir. Bir osilatörün sabit frekansta kalabilme özelliğine "Frekans Kararlılığı" denir. RC ve LC osilatörle de frekans kararlılığı iyi değildir. Verici devrelerinde, tahsis edilen frekans yayın yapabilmesi için frekans kararlılığı en iyi olan kristal kontrollü osilatörler kullanılır.

#### Kristal

Kristal, piezoelektrik etkiyle çalışan bir elemandır. Piezoelektrik özellik sergileyen doğal kristal elemanlar, quartz (kuvars), Rochelle tuzu ve turmalindir. Genellikle kristal mikrofonlarda Rochelle tuzu kullanılırken osilatörlerde frekans kararlılığı nedeniyle quartz kullanılır. Quartz kristalinin bir yüzüne mekanik baskı uygulandığı zaman karşıt yüzler arasında bir gerilim oluşur. Bir kristale, rezonans frekansından veya buna yakın bir frekansta AC bir sinyal uygulandığında, kristal mekanik salınım yapmaya başlar. Mekanik titreşimlerin büyüklüğü, uygulanan gerilimin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

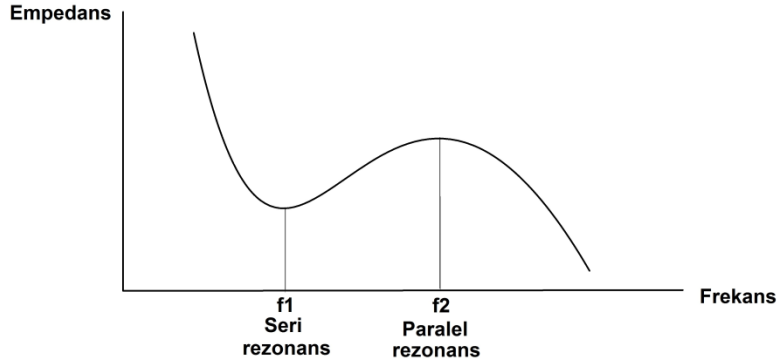


Resim 1.1: Kristaller



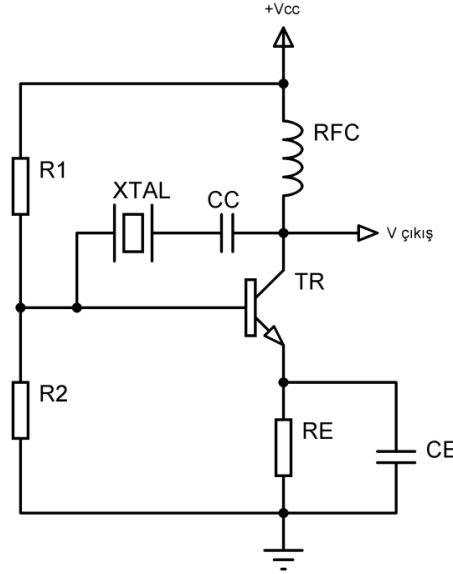
**Şekil 1.7: Kristal sembolü ve eş değer devresi**

Kristalin eş değer devresi seri ve paralel olmak üzere iki rezonans devresinden oluştuğuna göre iki rezonans frekansı vardır. Seri rezonans devresinin de empedans R 'ye eşit olduğundan küçüktür,  $f_1$  değerindeki frekansta empedans çok küçüktür. L ve Cm, paralel rezonans devresini oluşturduğundan,  $f_2$  rezonans frekansı değerinde empedans yüksektir. Bir kristal, devre uygulamasına bağlı olarak gerek seri gerekse de paralel rezonans frekansında çalışabilir.



**Şekil 1. 8: Kristal empedansının frekans ile değişmesi**

## Transistörlü Kristal Osilatör Devresi



**Şekil 1. 9: Transistörlü kristal osilatör devresi**

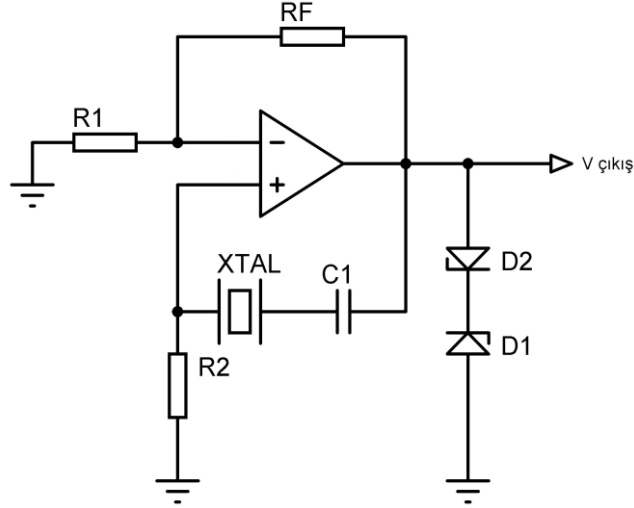
Şekildeki kristalin seri rezonans frekansında çalışabilmesi için kristal, geri besleme yoluna seri olarak bağlanmıştır. Burada geri besleme miktarı en büyük düzeydedir.

NPN tipi transistör yükselteç devresini oluştururken  $R_1$ ,  $R_2$  gerilim bölücü devresini oluşturur. RFC (radyo frekans şok) bobini ise kollektöre DC öngerilimi sağlar ve yüksek frekanslı sinyalleri güç kaynağından izole eder.

Bobinin, DC 'de endüktif reaktansı sıfır, yüksek frekanslarda ise çok yüksektir.  $C_C$  kuplaj kondansatörü, kollektör ile beyz arasında DC bloklamayı sağlar.

Şekildeki devre "Kristal Kontrollü Pierce Osilatörü" olarak bilinir. Devrenin osilasyon frekansı, kristalin seri rezonans frekansıyla belirlenir.

## Op-amp'lı Kristal Osilatör Devresi

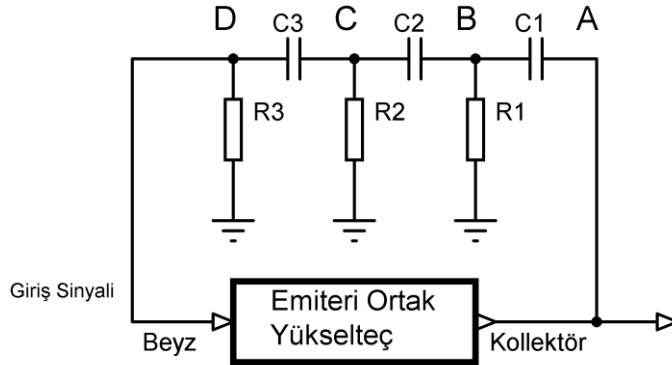


Şekil 1. 10: Op-amp'lı kristal osilatör devresi

Şekil 1.10'da görüldüğü gibi kristal kontrollü osilatör devresinde işlemsel yükselteç (OP-AMP) kullanılabilir. Bu devrede kristal, geri besleme yoluna seri bağlanmıştır. Dolayısıyla kristal, seri rezonans frekansında çalışır. Bu devrenin çıkışından kare dalga alınır. Tam olarak zener geriliminde çıkış genliğini sağlamak için çıkışa bir çift zener bağlanmıştır.

### 1.5.3. RC Osilatör

Alçak frekans osilatör tiplerinde frekans tespit edici devre için direnç ve kondansatörler kullanılıyor ise bu tip osilatörlere "RC osilatörler" adı verilir. RC osilatörler, 20 Hz - 20KHz arasındaki ses frekans sahasında geniş uygulama alanına sahiptir.



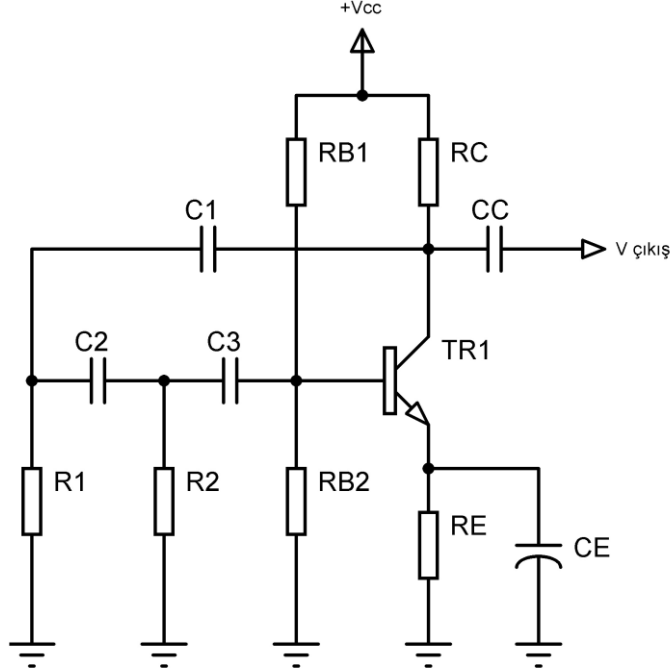
Şekil 1. 11: RC osilatör blok diyagramı



Şekil 1.11'deki blok diyagramda RC osilatörün blok diyagramı gösterilmiştir. Blok diyagramda R-C devresi hem pozitif geri beslemeyi hem de frekans tespit edici devreyi sağlar.

Blok diyagramdaki yükselteç devresi, emiteri ortak yükselteç devresi olduğu için A noktasındaki kollektör sinyali ile beyz (base) üzerindeki sinyal  $180^\circ$  faz farklıdır. Sinyal,  $C_1$  üzerinden  $R_1$  üzerine (B noktası) uygulandığında bir faz kaydırma meydana gelir. (yaklaşık  $60^\circ$ ) Faz kayma meydana geldiği için genlikte de bir miktar azalma olur. B noktasındaki sinyal  $C_2$  üzerinden  $R_2$  'ye uygulanır. Böylece, yaklaşık  $120^\circ$ lik bir faz kayma meydana gelir ve genlikte de azalma olur. C noktasındaki sinyal  $C_3$  üzerinden  $R_3$ e uygulanırken (D noktası)  $180^\circ$  faz kaydırmaya maruz kalır. Üç adet RC devresinin her biri  $60^\circ$  faz kaydırıp toplam  $180^\circ$ lik faz kaydırmaya neden olmuştur. D noktasındaki sinyal, transistörün beyzine uygulanan pozitif geri besleme sinyalidir.

## Transistörlü Faz Kaymalı RC Osilatör Devresi



Şekil 1. 12: Transistörlü R-C osilatör

Şekil 1.12'deki devrede görülen transistörlü R-C osilatör devresinde yükselteç NPN tipi bir transistörle, emiteri ortak bağlantı olarak düzenlenmiştir. Emiteri ortak yükselteç devresinin beyzi ile kollektörü arasında  $180^\circ$  faz farkı vardır. Bu devrenin osilasyon yapabilmesi için  $V_{\text{ÇIKIŞ}}$  gerilimini  $180^\circ$  faz kaydırılarak girişe yani beyze pozitif geri beslenmesi gereklidir.

Şekil 1 .12'deki devrede;

- $C_1-R_1$ ,  $C_2-R_2$ ,  $C_3-RB_2$ : Faz çevirici devre ve frekans belirleyici elemanlar,
- $RB_1$  ve  $RB_2$ : Beyz polarmasını sağlayan voltaj bölücü dirençler,
- $R_E-C_E$ : emiter direnci ve by-pass kondansatörü,
- $R_C$ : geri besleme genlik kontrolünü sağlayan kollektör yük direncidir.

$C_1-R_1$ , birinci R-C devresini;  $C_2-R_2$ , ikinci R-C devresini ve  $C_3-RB_2$  üçüncü R-C devresini oluşturur. NPN tipi transistörün kollektöründen alınan geri besleme sinyali  $180^\circ$  faz kaydırılarak tekrar transistörün beyzine tatbik edilmektedir. Burada her bir R-C devresi  $60^\circ$ lik faz kaydırmaya neden olmaktadır.

Her bir R-C osilatör devresinde 3 adet R-C devresine ihtiyaç yoktur. Toplam faz kaydırmanın  $180^\circ$  ye ulaşması yeterlidir. Emiteri ortak yükselteç devresinin beyzi ile kollektörü arasında  $180^\circ$  faz farkı olduğuna göre kollektör sinyali  $180^\circ$  çevrilerek ve pozitif geri besleme olarak transistörün beyzine geri verilir.

Transistörlü RC osilatör devresinin  $V_{\text{ÇIKIŞ}}$  sinyalinin frekansı ve genliği geri besleme hattındaki direnç ve kondansatörlerin değerlerine bağlıdır.

Her bir R-C devresinin  $60^\circ$  faz kaydırması istenirse  $R_1=R_2=R_{B2} =R_{\text{GİRİŞ}}$  olmalıdır. Burada  $R_{\text{GİRİŞ}}$ , emiteri ortak yükseltecin giriş empedansdır.

Transistörlü R-C devresinin osilatör frekansı,

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C \cdot \sqrt{6 + 4\left(\frac{R_C}{R}\right)}} \quad \text{formülüyle bulunur.}$$

Burada R ve C değeri, frekans belirleyici direnç ve kondansatör değeri,  $R_C$  ise kollektör yük direncidir.

Osilasyon genliği ise RC osilatörde kullanılan yükselteç devresinin kazancına bağlıdır.

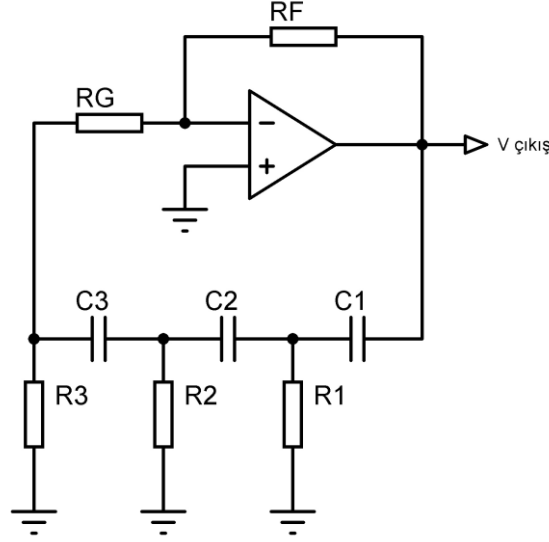
**Örnek:** Şekil 1.12'deki devrede  $R_{B1}=24K$ ,  $R_{B2}=6K$ ,  $R_C=18K$ ,  $R_1=R_2=6K$ 'dir. Devrenin 5 kHz'de sinyal üretebilmesi için frekans belirlemede kullanılan kondansatör değeri ne kadar olmalıdır.

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C \cdot \sqrt{6 + 4\left(\frac{R_C}{R}\right)}} \rightarrow 5 \cdot 10^3 = \frac{1}{6,28 \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot C \cdot \sqrt{6 + 4\left(\frac{18 \cdot 10^3}{6 \cdot 10^3}\right)}}$$

$$5 \cdot 10^3 = \frac{1}{37680 \cdot C \cdot 4,24} \rightarrow 1 = 798816 \cdot 10^3 \cdot C$$

$$C = 1,25 \text{ nF}$$

## OP-AMP'lı Faz Kaymalı RC Osilatör Devresi



Şekil 1. 13: OP-AMP'lı faz kaymalı R-C osilatör

Yaygın olarak kullanılan 741 ve 747 gibi OP-AMP entegreleri osilatör devrelerinde de kullanılır. Şekil 1.13'te gösterilen OP-AMP devresi faz çeviren yükselteç yapısında olup üç adet R-C frekans belirleyiciden meydana gelmiştir. R<sub>f</sub> direnci OP-AMP 'ın kapalı çevrim kazancını belirleyen geri besleme direnci, R<sub>g</sub> direnci ise giriş direncidir. Bu devrede de transistörlü osilatörde olduğu gibi her bir RC 'den oluşan frekans tespit edici tertibi 60 °lik faz kaymasına neden olur. Devrede 3 adet R-C 'den oluşan tertip mevcut olduğuna göre 3 x 60° = 180 °lik faz kaymasına neden olur. Burada önemli olan toplam faz kaymasının 180° olmasıdır.

OP-AMP 'lı faz kaymalı RC osilatörün çalışma frekansı,

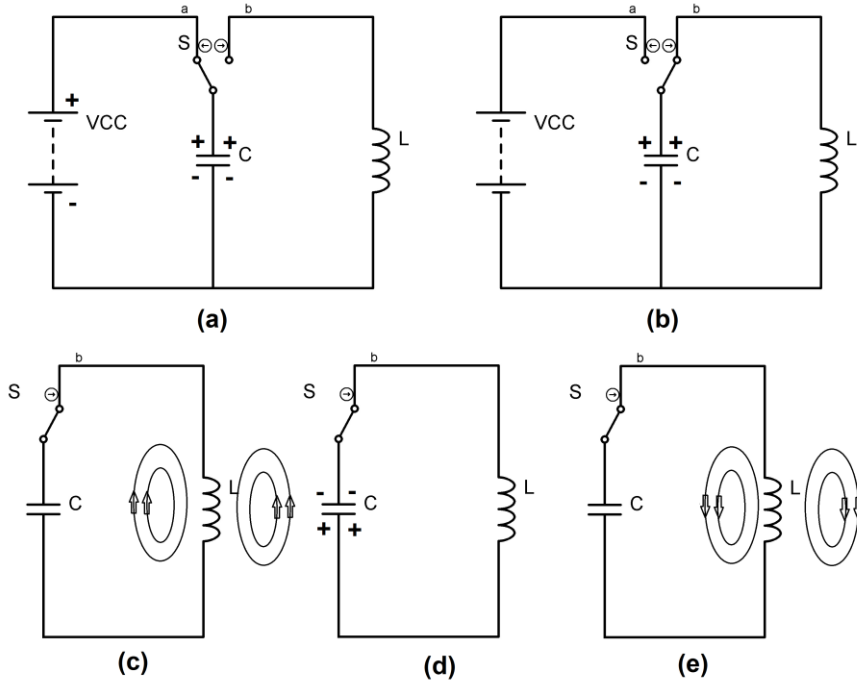
$$f = \frac{1}{2\pi.R.C.\sqrt{6}} \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

Devrenin osilasyon yapabilmesi için devre kazancının 29 'dan büyük olması gerekir. Bundan dolayıdır ki  $R_G \geq 29 R_G$  olacak şekilde seçilmelidir.

### 1.5.4. LC Osilatör

RC osilatörlerle elde edilemeyen yüksek frekanslı osilasyonlar LC osilatörlerle elde edilir. LC osilatörlerle MHz seviyesinde yüksek frekanslı sinüsoidal sinyaller elde edilir.

Paralel bobin ve kondansatörden oluşan devreye **tank devresi** adı verilir.

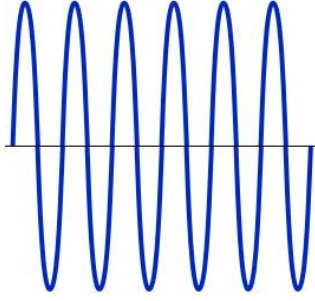


**Şekil 1. 14: LC tank devresinin çalışması**

Bir kondansatörü, DC bir bataryaya kutupları Şekil 1.14'te görüldüğü gibi tam olarak bağlansın (a). Şu anda, devrede kondansatör kaynak görevini alır (b). Kondansatör, bobin üzerinden deşarj oldukça bobinden akan akım, bobin etrafında bir manyetik alan oluşmasına neden olur (c). Bu olay, şekilde görüldüğü gibi bobinin şişme olayıdır. Çünkü, kondansatör üzerindeki potansiyeli, bobine manyetik alan oluşturarak aktarmıştır. Şu anda kondansatör tam olarak deşarj olmuştur (d). Kondansatör tam olarak deşarj olduktan sonra bobin üzerindeki manyetik alan çökmeye başlar(e). Manyetik alan tamamen çökmeye kadar akım devamlı akacak ve kondansatör ters yönde şarj olacaktır. Devrede, elemanları birbirine irtibatlamada kullanılan iletken tellerin az da olsa bir direnci olduğundan, şu andaki kondansatörün üzerindeki şarj miktarı, bir öncekine göre daha az miktardadır.

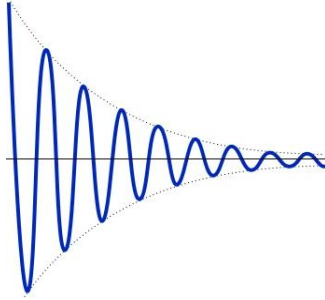
Daha sonra kondansatör, tekrar bobin üzerinden deşarj olacaktır. Deşarj akımının yönü bir önceki akım yönüne göre terstir. Bu deşarj akımı bobinin etrafında tekrar bir manyetik alanın oluşmasına yani bobinin şişmesine neden olacaktır.

Bu kez şişen bobin çökmeye başlayacak ve kondansatörün şarj olmasına neden olacaktır. Kondansatör şarj olduğu zaman, plakalarının kutupları, DC bataryaya şarj edildiği andaki kutuplarının aynısıdır.



**Şekil 1. 15: Sönümsüz osilasyon**

Kondansatörün, bobin üzerinden şarj ve deşarj olayı L ve C 'nin değeriyle orantılı olarak Şekil 1.15 'te görüldüğü gibi devam eder. Tank devresi üzerinden bir sinüsoidal sinyal alınır afkat böyle sönümsüz bir sinüzoidal dalga, devrede direncin bulunmadığı, iletken tellerin direncinin sıfır olduğu ideal bir ortamda elde edilir.



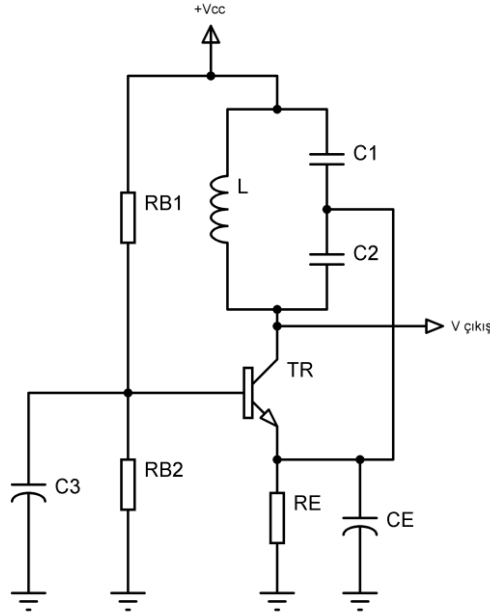
**Şekil 1. 16: Sönümlü osilasyon**

Gerçek uygulamalarda her rezonans devresi bir miktar direnç içerir. Bobinin sarıldığı emaye telin ve devrede elemanları bağlamakta kullanılan iletken tellerin dahi bir direnci vardır. Bu dirençler, tank devresinden elde edilen sinüsoidal sinyalin sönmesine, giderek sıfıra gitmesine neden olur. Bu olaya **sönüm** (Damping) adı verilir.

Osilatörlerde, bu sönümün önüne pozitif geri besleme ile geçilir. Bir tank devresi, osilasyonları meydana getirmek için kullanıldığı zaman, osilatörün ürettiği sinüsoidal sinyalin frekansı, tank devresinin rezonans frekansı olup

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

## Transistörlü Kolpits Osilatör Devresi



Şekil 1. 17: Transistörlü Kolpits osilatör

Kolpits osilatörlerde,  $C_1$  ve  $C_2$  gibi ayrı kondansatörler bulunur. Bu ayrı kondansatörler, Kolpits osilatörlerin en belirgin özelliğidir. Bu osilatörün tank devresini  $L$  -  $C_1$  ve  $C_2$  elemanları oluşturur. Burada,  $C_1$  ve  $C_2$  seri bağlı olduğundan, tank devresinin eş değer kapasite değeri,

$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad \text{olur.}$$

Osilatörün çıkışından alınan sinüsoidal sinyalin frekansı,

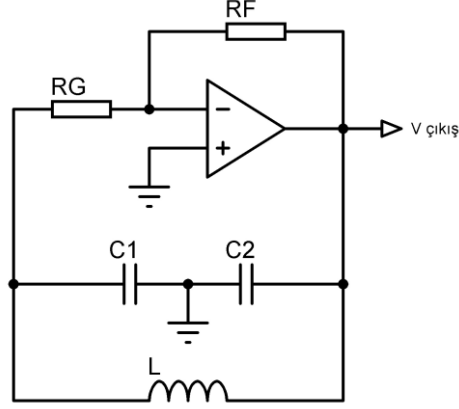
$$f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_T}} \quad \text{ile bulunur.}$$

Şekil 1.17'deki devrede;  $R_E$ - $C_E$ , yükseltecin emiter direnci ve by-pass kondansatörü  $R_{B1}$ - $R_{B2}$ , beyz polarmasını sağlayan voltaj bölücü dirençler,  $C_3$  beyzi AC sinyalde topraklayan by-pass kondansatörü,  $L$ - $C_1$ - $C_2$  frekans tespit edici elemanlar, NPN tipi transistör, yükselteç transistörüdür.

$C_1$  ve  $C_2$  kondansatörlerinin birleştiği noktadan, transistörün emiterine geri besleme yapılmıştır. Transistörün beyzine giriş sinyali uygulanmadığı için emiterden giren sinyali, kollektörden aynen çıkar. Emiter ile kollektör arasında faz farkı yoktur.

Osilatörün çalışma frekansına göre, kondansatör ve bobin osilatörünün frekansını belirler. L veya  $C_T$  değerleri değiştirilerek osilatörün çalışma frekansı değiştirilebilir.

### OP-AMP'lı Kolpits Osilatör Devresi



Şekil 1. 18: Op-amp'lı Kolpits Osilatör

İşlemsel yükselteçle gerçekleştirilen kolpits osilatör, Şekil 1.18'de gösterilmiştir.

Osilatörün çalışma frekansı kolpits devresinin LC geri besleme devresiyle ayarlanmaktadır. Osilatör frekansı,

$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_T}} \quad \text{formülleri} \quad \text{ile}$$

hesaplanır.

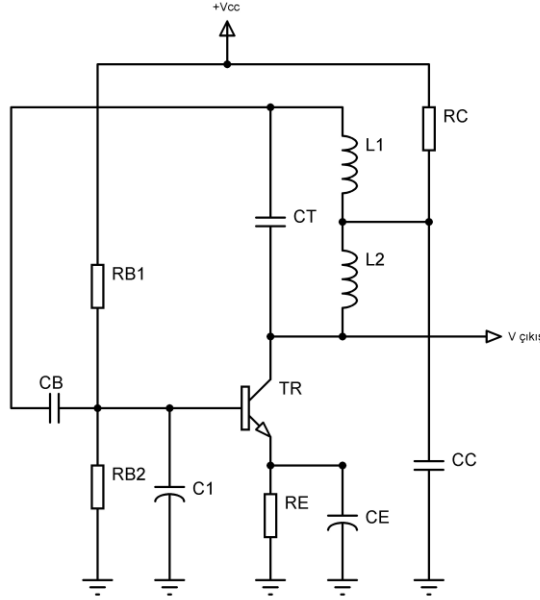
**Örnek:** Kolpits osilatör devresinde, frekans belirleyici elemanlar  $C_1=C_2=2\mu F$ ,  $L=50$  mH olduğuna göre devrenin çalışma frekansını bulunuz.

$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1 \mu F$$

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_T}} = \frac{1}{6,28 \cdot \sqrt{50 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}} = 712.14 \text{ HZ}$$



## Seri Hartley Osilatör Devresi



Şekil 1. 19: Seri Hartley Osilatör

Hartley osilatörler, seri ve paralel hartley osilatör olmak üzere ikiye ayrılır. Şekil 1.19'da seri hartley osilatörünün devre şekli gösterilmiştir. Bu devrede, diğer osilatörlerde olduğu gibi bir yükselteç ve  $L_1$ - $L_2$ - $C_T$ 'den oluşan tank devresi mevcuttur.  $L_1$ - $L_2$  ve  $C_T$ 'den oluşur tank devresi yükselteç  $+V_{CC}$  güç kaynağı arasına seri bağlanmıştır. Bu nedenle bu devreye "Seri Hartley Osilatörü" denir. Devreye dikkat edilirse, doğru akım, topraktan itibaren  $R_E$  direnci, NPN transistör,  $L_1$  ve  $R_C$  üzerinden  $+V_{CC}$  tatbik voltajına ulaşır. Tank devresinin bir kısmı  $+V_{CC}$  güç kaynağı ile seri olduğundan devre seri beslemelidir.

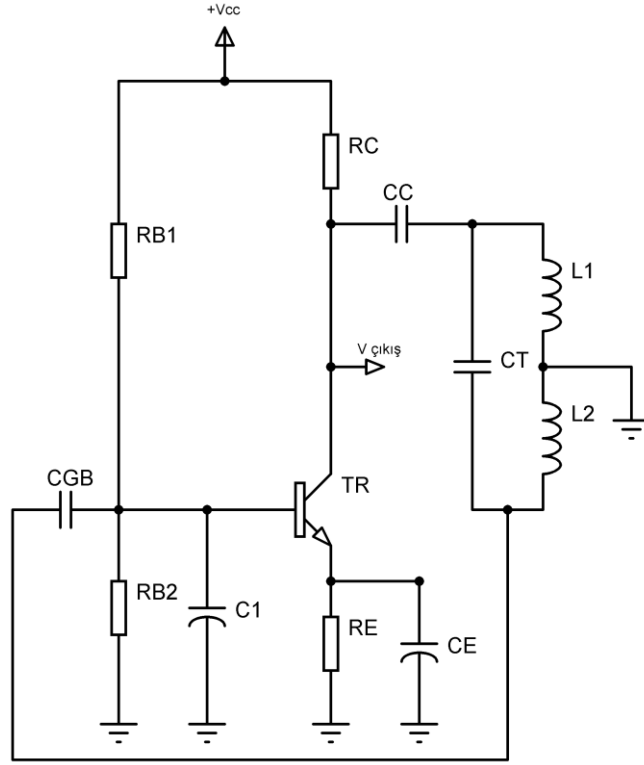
Tank devresinde  $L_1 + L_2 = L_T$  ise çıkış sinyal frekansı,

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L_T \cdot C_T}} \quad \text{ile} \quad \text{bulunur.}$$

Geri besleme,  $L_1$  ve  $L_2$  bobinlerinin orta ucundan, yükseltecin girişine yapılmıştır. Bu devrede;

- $R_{B1} - R_{B2}$  = Transistörünün beyz polarmasını sağlayan voltaj bölücü dirençlerdir.
- $R_E - C_1$  = Emiter direnci ve by-pass kondansatörüdür.
- $C_1$  = Base ile toprak arasında oluşan yüksek frekanslı osilasyonları söndüren, devrenin kararlı çalışmasını sağlayan kondansatördür.
- $L_1 - L_2 - C_T$  = Frekans belirleyici düzendir.
- $C_B$  = Geri besleme kuplaj kondansatörüdür.

### Paralel Hartley Osilatör Devresi



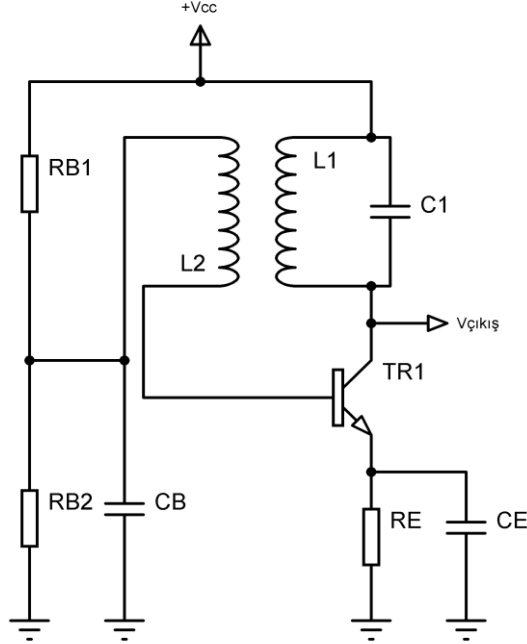
**Şekil 1. 20: Paralel hartley osilatör**

Hartley osilatörlerinin diğer tipi paralel hartley osilatörüdür. Seri ve paralel hartley osilatörlerinin en belirgin özelliği orta uçlu bobinin kullanılmasıdır. Seri hartley osilatörlerinde olduğu gibi Şekil 1.20'deki paralel hartley osilatörlerinde de frekans tespit edici tank devresi ve yükselteçten oluşur. Burada, tank devresi, besleme gerilimine paraleldir. Şekil 1.20'de DC akım yolu, toprak,  $R_E$ , NPN tipi transistör,  $R_C$  ve  $+V_{CC}$  besleme kaynağıdır.  $L_1$ - $L_2$  ve  $C_T$  'den oluşan frekans tespit edici tank devresi, yükselteç üzerinden geçen DC akım yoluna paraleldir. Bundan dolayı, paralel beslemeli hartley osilatörü olarak da bilinir.

Devrede  $C_C$  ve  $C_{GB}$  kondansatörleri, transistörün kollektör ve beyzini  $L_1$  ve  $L_2$  bobininden DC bakımdan ayırır.  $L_1$  ve  $L_2$  bobinleri orta uca sahip tek bir bobindir. Tank devresinin frekansı bobin ve kondansatörünün değerine bağlıdır. Devrenin çalışma frekansı seri hartley osilatörde verilen formülle bulunur.

Paralel hartley osilatör ve yükselteç, emiteri ortak tertiplenmiştir. Bu yükseltecin kazancı emiter akımına dolayısıyla  $R_E$  emiter direncine bağlıdır. Geri besleme oranı doğrudan osilasyonların genliğini etkiler. Beyz ile toprak arasındaki  $C_1$  kondansatörü, beyz ile toprak arasında oluşan yüksek frekanslı osilasyonları söndüren ve devrenin kararlı çalışmasını sağlayan bir elemandır.

## Kollektör Akortlu Osilatör Devresi



Şekil 1. 21: Kollektör Akortlu Osilatör

Kollektör akortlu osilatör devresinde yükselteç transistörünün kollektöründe L ve C 'den oluşan tank devresi vardır.  $R_{B1}$  ve  $R_{B2}$  dirençleri voltaj bölücü dirençler olup  $C_B$  ve  $C_E$  kondansatörleri buldukları noktaları AC bakımından topraklayan by-pass (köprüleme) kondansatörleridir.  $L_1$  ve  $C_1$  elemanları osilatörün çalışma frekansını belirler.

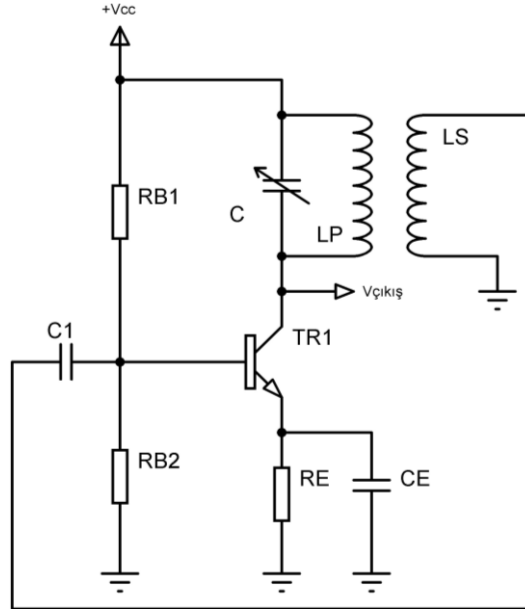
Devrenin çalışma frekansı

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L_1 \cdot C_1}} \text{ formülü}$$

ile bulunur.

$C_1$  kondansatörü, değişken kondansatör olursa, osilatörün bir frekans bandı içinde ayarlanmasını sağlar. Böylece osilatör "Değişken Frekanslı Osilatör (VFO)" olarak kullanılabilir.  $L_1$  bobininden,  $L_2$  bobinine indükleme meydana gelerek pozitif geri besleme olmuş olur.

## Tikler Bobinli Osilatör Devresi



Şekil 1. 22: Tikler bobinli osilatör

Tikler osilatör, emiteri ortak bağlı yükselteç ile bu yükseltecin çıkışına bağlanan tank devresinden oluşur. Tank devresindeki transformatörün sekonderinden (L<sub>s</sub>) yükselteç girişine C<sub>1</sub> vasıtasıyla geri besleme yapılmıştır.

Burada geri besleme oranı, transformatörün dönüştürme oranına bağlıdır.

Osilatörün ürettiği sinüsoidal sinyalin frekansı,

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L_P \cdot C}} \text{ formülüyle bulunur.}$$

L<sub>s</sub> bobinine aynı zamanda "Tikler bobini" adı verilir. Tikler geri besleme bobinine de "Armstrong Osilatörü" denir.

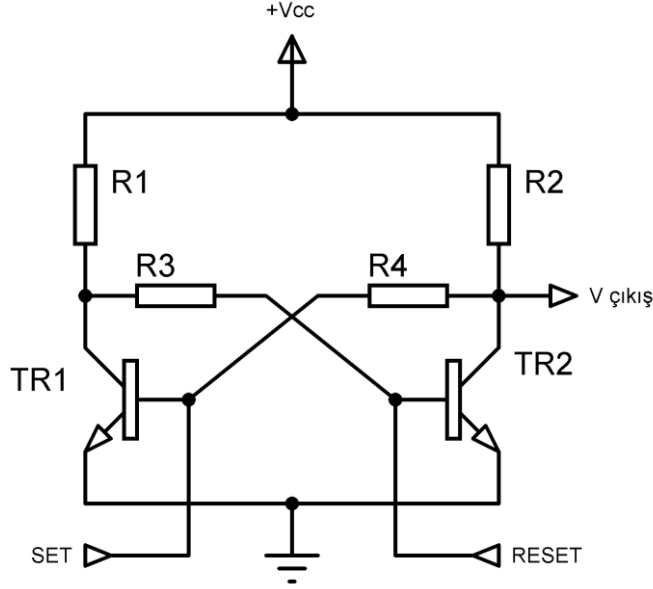
### 1.5.5. Multivibratörler

Kare dalga veya dikdörtgen dalga meydana getiren devrelere **multivibratör** adı verilir. Bu devreler temel olarak pozitif geri beslemeli iki yükselteç devresinden oluşur. Genelde çalışma prensibi bir yükselteç ile diğerini kesimdedir.

- Tek kararlı (monostable) multivibratör
- Çift kararlı (bistable) multivibratör
- Kararsız (astable) multivibratör; olmak üzere üç tip multivibratör vardır.

Bilgisayarları oluşturan dijital elektronik devrelerinin temel taşlarından biri de multivibratörlerdir. Multivibratörleri hafıza elemanı olarak kullanmak da mümkündür. Dijitalde bu devrelerin adı "Flip flop" tur. Bugün bu tip multivibratörler, transistörler yerine lojik kapılarla da gerçekleştirilebilmektedir.

### Bistable (Çift Kararlı) Multivibratör Devresi



Şekil 1. 23: Bistable multivibratör

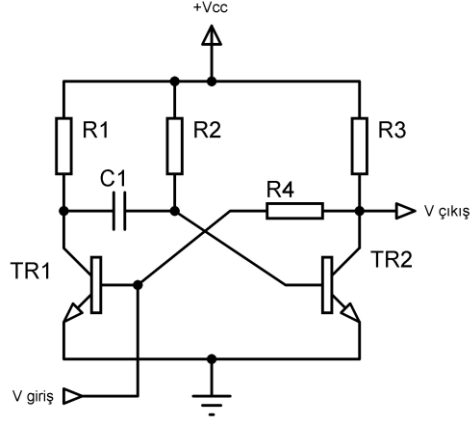
Hafıza elemanı olan flip-flop 'ların temelidir. İki istikrarlı duruma sahiptir. Devreye tetikleme palsi tatbik edilinceye kadar devre sabit konumunu korur. Tetikleme palsi uygulandıktan sonra devre diğer sabit duruma girer ve önceki sabit duruma dönebilmesi için tekrar tetikleme palsine ihtiyaç vardır.

Şekil 1.23'teki devrede, transistörlerden biri kesimde iken diğeri doyumdadır yani burada transistörler anahtar görevi yapmaktadır. Doyum ve kesim durumları şöyle açıklanabilir: Transistörün doyumda olması demek, kollektör-emiter arasının kısa devre olması demektir.

Dolayısıyla transistör iletimdedir. Transistörün kesimde olması demek, kollektör-emiter arasının açık devre olması demektir. Bu durumda transistör açık devredir yani transistör yalıtıcıdır.

Temel flip flop devresi şekil 1.23'te gösterilmiştir. Bir transistör iletimde iken diğeri yalıtımdadır. Örneğin, TR<sub>1</sub> transistörü iletimde TR<sub>2</sub> transistörü yalıtımda olduğu düşünölsün. Devreye dışarıdan SET veya RESET'e sinyal uygulanmadığı sürece transistörler bu konumunu korur. Dışarıdan uygulanacak RESET sinyali ile yalıtımda olan TR<sub>2</sub> iletime, iletimde olan TR<sub>1</sub> yalıtıma girecektir yani dışarıdan uygulanacak bir tetikleme palsi ile devre konum değıştirecektir.

## Monostable (Tek Kararlı) Multivibratör Devresi



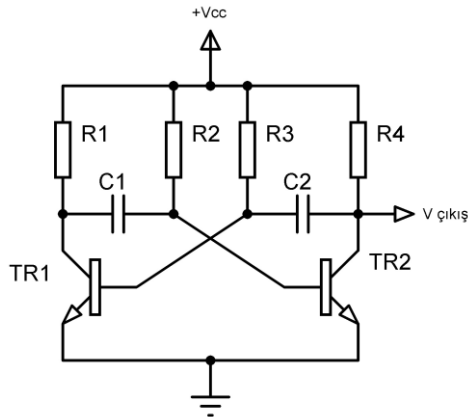
Şekil 1. 24: Monostable multivibratör

Girişlerine tetikleme sinyali uygulandığında konum değiştirip zamanlama elemanlarının belirledikleri süre boyunca bu konumda kalan ve süre sonunda tekrar ilk konumlarına dönen devrelerdir.

Başlangıçta R1 direnci üzerinden beyz polarması alan TR1 transistörü kesimde, TR2 transistörü iletimdedir. Bu sırada C1 kondansatörü şarj olacaktır. Tetikleme girişinden pozitif bir tetikleme sinyali verildiği anda TR1 transistörü iletime geçecek, C kondansatörü R2 ve TR1 transistörü üzerinden deşarj olacak ve beyz polarması alamayan TR2 transistörü kesime gidecektir.

Bu durum kondansatör deşarj olana kadar devam edecektir. Kondansatör deşarj olduğunda TR2 transistörü tekrar iletime geçecek ve TR1 transistörü kesime gidecektir. Bir sonraki tetikleme sinyaline kadar bu durum korunacaktır.

## Astable (Kararsız) Multivibratör Devresi



Şekil 1. 25: Astable multivibratör

Bu multivibratör devresi sabit bir konumda değildir. Dışarıdan bir tetikleme palsi uygulanmadığından, transistörler sıra ile yalıttımdan ilettime geçer. Şekil 1.25 'teki astable multivibratör devresinde,

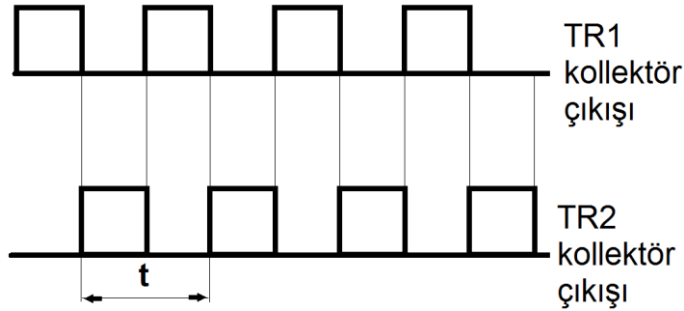
$R1=R4$ ,  $R2=R3$ ,  $C1=C2$ ,  $TR1=TR2$  olduğundan iki transistörün aynı anda iletimde ya da kesimde olduğu düşünülebilir. Fakat devrede bulunan elemanların az da olsa birbirinden ayıran toleransları vardır. Örneğin  $100\text{ K}\Omega$  'luk direncin toleransı % 5 ise bu direncin değeri  $95\text{ K}$  ile  $105\text{ K}$  arasındadır.

O halde devredeki elemanların toleransları olduğu için başlangıçta bir transistör iletimde, diğeri ise kesimdedir.

Başlangıçta  $TR1$  yalıttımda,  $TR2$  iletimde olsun.

Bu durumda  $C2$  kondansatörü  $TR2$  ve  $R3$  üzerinden  $V_{\text{ÇIKIŞ}}$  gibi bir voltaja şarj olur. Bu esnada  $C1$  kondansatörü de  $TR2$ ,  $R1$  ve  $+V_{cc}$  üzerinden dolmaya başlar.  $C1$  'in sol ucu (+), sağ ucu (-)  $C2$  'nin sol ucu (+), sağ ucu ise (-) olarak kutuplanır.  $C2$  kapasitesi üzerindeki gerilim  $TR1$  transistörünü ilettime geçirebilecek seviyeye kadar düştüğünde  $TR1$  ilettime geçer. Bu anda,  $C1$  'in (+) ucu şaseye, (-) ucu ise  $TR2$  'nin beyzine bağlanmış olacağından  $TR2$  kesime girer.  $C1$  kapasitesi  $R2$  ve  $TR1$  üzerinden deşarj olmaya başlar.  $C1$  'in üzerindeki gerilim miktarı  $0\text{ Volt}$  'a iner ve ilk durumuna göre ters yönde yükselmeye başlar. Bu esnada  $C2$  kapasitesi,  $TR1$  ve  $R4$  üzerinden kaynak voltajı olan  $V_{cc}$  'ye şarj olmaktadır.  $C1$  üzerindeki kaynak voltajı olan  $V_{cc}$  'ye şarj olmaktadır.  $C1$  üzerindeki gerilim  $V_{\text{ÇIKIŞ}}$  gibi yeterli seviyeye ulaştığında  $TR2$  ilettime girer. Bu anda  $C2$  kondansatörünün (+) ucu şaseye

(-) ucu ise  $TR1$  transistörünün beyzine irtibatlı olduğundan  $TR1$  yalıttıma gider. Bu olay böyle devam eder.



Şekil 1. 26: Astable multivibratör çıkış şekilleri

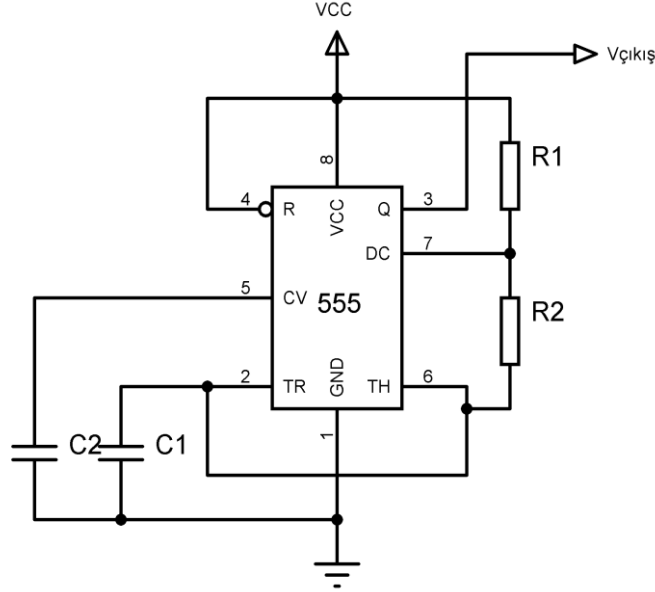
Şekil 1.26'da transistörlerin çıkışlarından alınan sinyaller görülmektedir.  $TR1$  veya  $TR2$  transistörlerinin kollektöründen kare dalga elde edilir. Bu kare dalganın frekansı  $R2$ ,  $R3$ ,  $C1$  ve  $C2$  değerine bağlıdır.

Elde edilen kare dalganın periyodu,

$$t = 0,7 ( R2.C1 + R3.C2 ) \text{ formülüyle bulunur.}$$

Düzen bir kare dalga için  $R2 = R3$  ve  $C1 = C2$  olacak şekilde seçilmelidir.

### 555 Entegresiyle yapılan Astable (Kararsız) Multivibratör Devresi



Şekil 1. 27: 555'li astable multivibratör

555 adlı entegre elektronik dünyasının vazgeçilmez entegrelerinden biridir. Aslında ilk bakışta o kadar da karmaşık ve büyük bir işlevi yoktur. Sadece bir kare dalga üreticisidir.

Görevi basit gözükse de kullanım alanı çok geniştir. Örneğin, yapılan IR vericilerde, zamanlama işlerinde yani kare dalga ile halledilebilecek neredeyse her işte 555 kullanılabilir. Ayrıca iyi bir zamanlayıcı da yapılabilir.

- + 4.5 V ile + 16 V arasındaki besleme gerilimleriyle çalışabilir.
- Çıkışından 200 mA kadar akım çekilebilir.
- Zamanlama için kullanıldığında bir RC devresi yardımıyla süresi ms. ile dakikalar arasında değişen darbeler elde edilebilir.
- Zamanlama periyodu besleme gerilimine bağlı değildir.

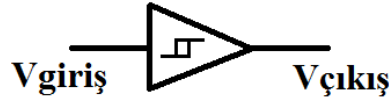
Yukarıdaki devrenin çalışma frekansı,

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R1 + 2 \cdot R2) \cdot C1} \text{ ile hesaplanır}$$



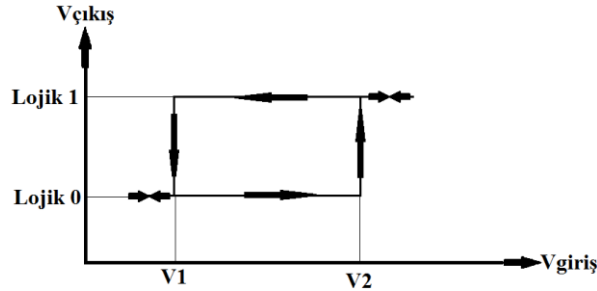
## 1.5.6. Schmitt Trigger Devreleri

Schmitt trigger (tetikleyici) devresi, kare dalga üreten bir devredir. Dijital elektronikte, kare dalganın önemi büyüktür. Sequential (ardışıl) devrelerde kullanılan “flip flop”ların konum değiştirmesi için sayıcı, kaydedici gibi çok fazla kullanılan devrelere kare dalga uygulanır. Girişine uygulanan kare dalganın yükselen veya alçalan kenarlarında “flip flop” konum değiştirecektir. Schmitt trigger devresi burada kare dalganın mümkün olduğunca keskin olmasını sağlamak için kullanılmaktadır.



Şekil 1. 28: Schmitt trigger sembolü

Schmitt trigger (tetikleyici) devresi, giriş sinyalinin dalga biçimine bağlı olmayan fakat bu sinyalin genliği ile belirlenen bir kare dalga üreten devredir. Giriş sinyalinin genliği önceden belirlenen bir eşik değerini aştığında çıkış lojik-1 düzeyine ulaşır, diğer bir eşik değerinin altına indiğinde ise lojik-0 düzeyine iner. Böylece iki kararlı bir yapı elde edilir. Kare dalga üretmek için kullanılmasının yanı sıra otomatik kontrol sistemlerinde sensörlerden gelen bilgilere göre keskin şekilde lojik-1 ve lojik-0 değişimlerini elde etmek için Schmitt trigger devreleri kullanılmaktadır.



Şekil 1. 29: Schmitt trigger karakteristiği

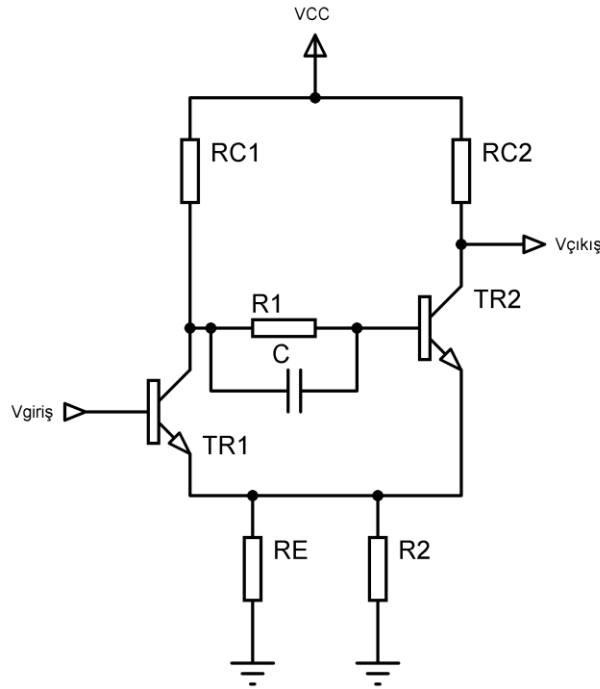
- $V_{giriş}$  = Giriş sinyali
- $V_{çıkış1}$  = Karşılaştırıcı devre çıkışı ( $V1=V2$  durumu)
- $V_{çıkış2}$  = Schmitt Trigger çıkışı (Histerisiz durumu )

### Transistörlü Schmitt Trigger Devresi

Şekil 1.31'deki devrede  $V$  girişinin negatif alternansında TR1 transistörü kesimde,  $R_{C1}$  ve  $R_1$  dirençleriyle beyz polarması alan TR2 transistörü ise iletimdedir. Bu durumda  $V_{çıkış} < V_{CC}$  olur.

Girişe uygulanan sinyal artırılarak devre elemanlarının belirleyeceği belli bir  $V1$  gibi değere ulaştığında ise TR1 transistörü iletime, TR2 transistörü kesime geçer.

Dolayısıyla  $V_{çıkış} = V_{CC}$  olur.



**Şekil 1. 30: Transitörlü schmitt trigger**

Bundan sonra giriş sinyalinin arttırılması hâlinde çıkışta herhangi bir değişiklik görülmez. Bu kez, giriş gerilimi sıfıra doğru azaltılmaya başlansın.

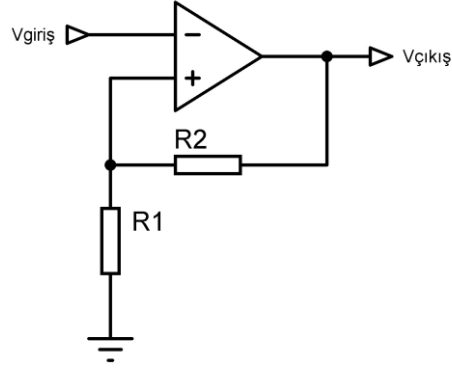
Belirli bir  $V_2$  gibi bir gerilim değerinde TR1 transistörü kesime, TR2 transistörü ilettime geçer. Bu anda  $V_{ÇIKIŞ} < V_{CC}$  olur.

Bu ana kadar anlatılanlar Şekil 1.29 'da gösterilmiştir. Bu karakteristikte  $V_1$  ve  $V_2$  değerlerinin aynı olmama durumuna "histeresis" adı verilir. Devredeki eleman değerlerinin ayarlanması suretiyle  $V_1 = V_2$  yapılabilir.

Schmitt tetikleyici devrelerde histeresis önemlidir. Şöyle ki bir uygulamada DC sinyalin seviyesi belirli bir değeri aştığında operatöre bir uyarı, ikaz verilmesi istensin. Bu durumda,  $V_1 = V_2$  olursa şekil 1.30'da görüldüğü gibi işaret üzerine binecek gürültü, parazit vs. nedeniyle devre titreşim şeklinde peşpeşe uyarı verecektir. Eşik değerlerinin farklı olması, uyarı noktası ile uyarıyı kaldırma noktası arasında belirli bir fark meydana geleceğinden böyle ufak değişimlerden etkilenmeyecektir.

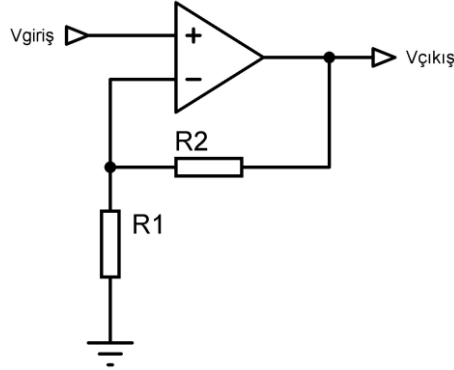
## OP-AMP'lı Schmitt Trigger Devresi

OP-AMP ile yapılan schmitt trigger devre faz çeviren ve faz çevirmeyen olmak üzere iki çeşittir.



Şekil 1. 31: Faz çeviren schmitt trigger devresi

Şekil 1.32 'de görüldüğü gibi faz çeviren özellikteki Schmitt trigger devresine giriş sinyali, OP-AMP 'ın faz çeviren (-) girişine uygulanır.



Şekil 1. 32: Faz çevirmeyen Schmitt Trigger devresi

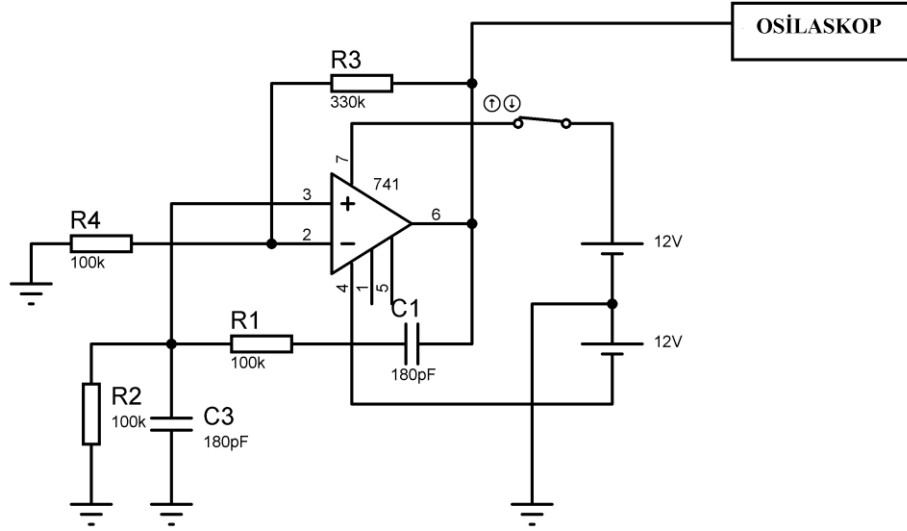
OP-AMP 'lı Schmitt trigger devresinin ikinci çeşidi 3.24 'te görüldüğü gibi faz çevirmeyen yapıdaki Schmitt trigger devresidir.

Burada giriş sinyali, OP-AMP 'ın faz çevirmeyen (+) girişine uygulanır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Osilatör devreleri kurabilecek çıkışlarını ölçebileceksiniz.

UYGULAMA ADI	OP-AMP ile yapılan wien köprü osilatör uygulaması	UYGULAMA Nu.	1
--------------	---	--------------	---



Uygulama devresi 1: Op-amp'lı wien köprü osilatör devresi

### Malzeme Listesi

LM 741, 12 V Simetrik güç kaynağı, osilaskop, 3x 100k $\Omega$ , 1x 330k $\Omega$ , 2x 180 pF

### Öneriler

İş güvenliği tedbirlerini alınınız.  
Osilaskop kullanımı ile ilgili bilgilerinizi tazeleyiniz.  
Devrenin osilasyon frekansını hesaplayınız.

### İşlem Basamakları

Şekildeki devre için gerekli olan malzemeleri ve cihazları hazırlayınız ve devreyi breadboard üzerine kurunuz.

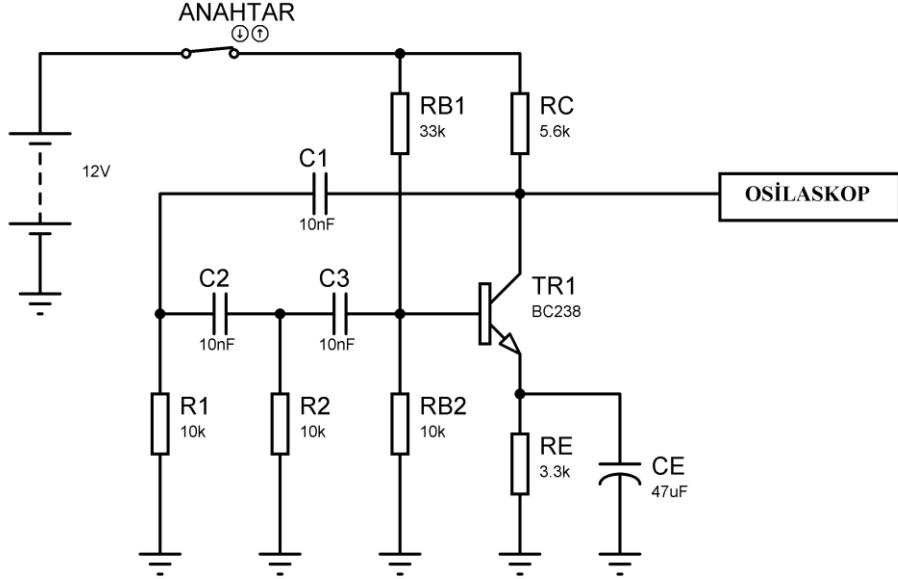
Devreye gerilim uygulayınız.

Çıkışta oluşan sinyalin genliğini ölçünüz.

Çıkışta oluşan sinyalin frekansını ölçünüz.

Öğrencinin	DEĞERLENDİRME			TOPLAM	
Adı:				Rakam	Yazı
Soyadı:					
Sınıf / Nu.:					
Okul:	Öğretmen		Tarih: .../.../...	İmza	

UYGULAMA ADI	Transistörle ile yapılan RC faz kaymalı osilatör uygulaması	UYGULAMA Nu.	2
--------------	---	--------------	---



Uygulama devresi 2 : Transistörlü RC faz kaymalı osilatör devresi

#### Malzeme Listesi

BC 238, 12 V Güç kaynağı, osilaskop, 3x 10k $\Omega$ , 1x 3.3k $\Omega$ , 1x 33k $\Omega$ , 1x 5.6k $\Omega$ , 3x 10 nF, 1x 47 $\mu$ F

#### Öneriler

İş güvenliği tedbirlerini alınız.  
Osilaskop kullanımı ile ilgili bilgilerinizi tazeleyiniz.  
Devrenin osilasyon frekansını hesaplayınız.

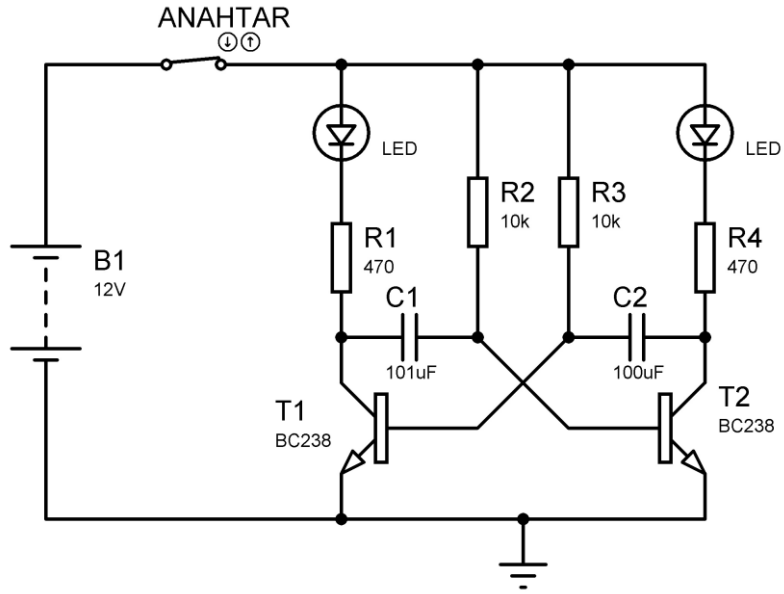
#### İşlem Basamakları

Şekildeki devre için gerekli olan malzemeleri ve cihazları hazırlayınız ve devreyi breadboard üzerine kurunuz.

Devreye gerilim uygulayınız.  
Çıkışta oluşan sinyalin genliğini ölçünüz.  
Çıkışta oluşan sinyalin frekansını ölçünüz.

Öğrencinin	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:					Rakam	Yazı
Soyadı:						
Sınıf / Nu.:						
Okul:	Öğretmen			Tarih: .../.../...	İmza	

UYGULAMA ADI	Transistörle yapılan astable multivibratör uygulaması	UYGULAMA Nu.	3
--------------	---	--------------	---



Uygulama devresi 3: Flip-flop (Astable multivibratör) devresi

#### Malzeme Listesi

2x BC 238, 12 V Güç kaynağı, 2x LED, 2x 10kΩ, 2x 470Ω, 2x 100μF

#### Öneriler

İş güvenliği tedbirlerini alınız.

Devrenin osilasyon frekansını hesaplayınız.

#### İşlem Basamakları

Şekildeki devre için gerekli olan malzemeleri ve cihazları hazırlayınız ve devreyi breadboard üzerine kurunuz.

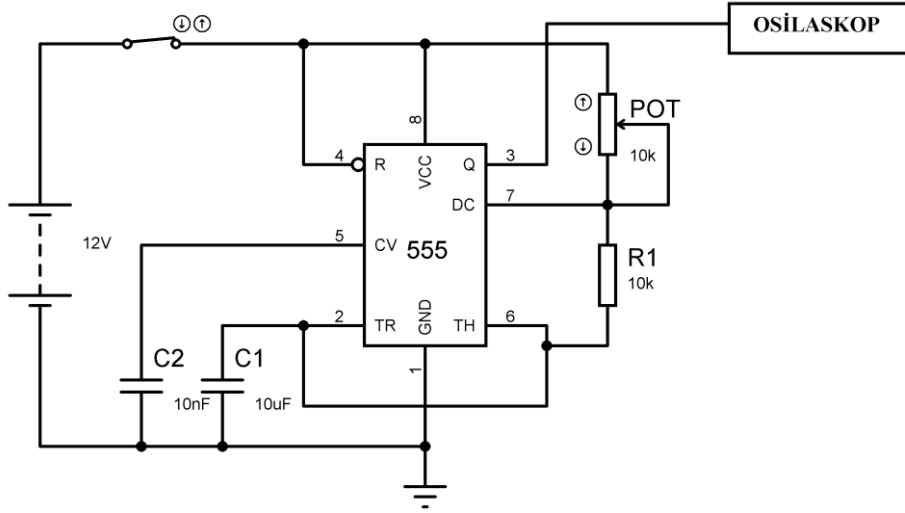
Devreye gerilim uygulayınız.

Çıkışta oluşan sinyalin genliğini ölçünüz.

Çıkışta oluşan sinyalin frekansını ölçünüz.

Öğrencinin	DEĞERLENDİRME			TOPLAM	
Adı:				Rakam	Yazı
Soyadı:					
Sınıf / Nu.:					
Okul:	Öğretmen		Tarih:.././...	İmza	

UYGULAMA ADI	555 entegresiyle yapılan astable multivibratör uygulaması	UYGULAMA Nu.	4
--------------	---	--------------	---



Uygulama devresi 4: 555’li Astable multivibratör devresi

#### Malzeme Listesi

555 entegresi, 12 V Güç kaynağı, , 1x 10kΩ potansiyometre, 1x 10kΩ, 1x 10 nF, 1x 10µF

#### Öneriler

İş güvenliği tedbirlerini alınız.  
Osilaskop kullanımı ile ilgili bilgilerinizi tazeleyiniz.  
Devrenin osilasyon frekansını hesaplayınız.

#### İşlem Basamakları

Şekildeki devre için gerekli olan malzemeleri ve cihazları hazırlayınız ve devreyi breadboard üzerine kurunuz.

Devreye gerilim uygulayınız.

Çıkışta oluşan sinyalin genliğini ölçünüz.

Çıkışta oluşan sinyalin frekansını ölçünüz.

Potansiyometresiyle oynayarak çıkış sinyaline olan etkisini gözleyiniz.

Öğrencinin	DEĞERLENDİRME			TOPLAM	
Adı:				Rakam	Yazı
Soyadı:					
Sınıf / Nu.:					
Okul:	Öğretmen		Tarih: .../.../...	İmza	

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Osilatör devresi için gereken malzemeleri ve araç gereci hazırlayabildiniz mi?		
2. Devreyi boarda kurabildiniz mi?		
3. Güç bağlantısını yapabildiniz mi?		
4. Devrenin osilasyon frekansını hesaplayabildiniz mi?		
5. Çıkışa osilaskop bağlayabildiniz mi?		
6. Devreye gerilim uygulayabildiniz mi?		
7. Çıkışta oluşan sinyalin genliğini ölçebildiniz mi?		
8. Çıkışta oluşan sinyalin frekansını ölçebildiniz mi?		
9. Potansiyometresiyle oynayarak çıkış sinyaline olan etkisini gözleyebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- Çalışan bir sistemin çıkış sinyalinin giriş sinyalini etkilemesine ne denir?  
A) Osilatör  
B) Filtre  
C) Geri besleme  
D) Yükselteç
- Aşağıdakilerden hangisi geri besleme çeşitlerindedir?  
I.Pozitif II. Negatif III. Filtre IV. Osilasyon  
A) Yalnız I  
B) I ve II  
C) I ve III  
D) II ve IV
- Osilatör devresinin işlevi nedir?  
A) Giriş sinyalini yükseltir.  
B) AC akımı DC akıma çevirir.  
C) DC akımı AC akıma çevirir  
D) Girişteki istenmeyen sinyalleri süzer
- Kare dalga sinyal en çok hangi devrelerde kullanılır?  
A) FM Radyo devreleri  
B) Dijital devrelerde  
C) Analog devreler  
D) Doğrultmaç devrelerinde
- Aşağıdakilerden hangisi frekans kaymasının sebeplerindedir?  
I.Besleme gerilimde değişmeler  
II.Mekanik sarsıntılar  
III.Isı değişimi  
IV.Yük değişimi  
A) Yalnız I  
B) I ve II  
C) II ve III  
D) Hepsi
- Hangisi LC tank devresiyle yapılan osilatör devrelerinden değildir?  
A) Wien köprü osilatörü  
B) Kolpitts osilatör  
C) Seri Hartley osilatör  
D) Kollektör akortlu osilatör

7. Aşağıdakilerden hangisi osilatör devresi çeşitlerinde değildir?
- A) RC faz kaymalı devre  
B) Alçak geçiren devre  
C) Wien köprü devresi  
D) Hartley devresi
8. Bir R-C devresi kaç derecelik faz kayması sağlar?
- A) 60  
B) 90  
C) 120  
D) 180
9. Multivibratör devrelerinden hangisi hafıza elemanı olarak kullanılabilir?
- A) 555'li Astable multivibratör  
B) Bistable multivibratör  
C) Monostable multivibratör  
D) Astable multivibratör
10. Hangi osilatör devresi daha kararlı çalışmaktadır?
- A) L-C osilatör  
B) Kristal osilatör  
C) Wien köprü devresi  
D) Hartley devresi

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

11. ( ) Schmitt trigger devresi sinüsoidal sinyal üreten bir devredir.  
12. ( ) Schmitt trigger devresinde eşik gerilim değerlerinin farklı olması, sistemin kararlı çalışmasını sağlar.  
13. ( ) Astable multivibratör bir bitlik hafızadır.  
14. ( ) L-C tank devresin tek başına kullanıldığında sönümsüz osilasyon üretir.  
15. ( ) R-C faz kaymalı osilatör devresinde 180°lik faz kayması için 4 adet R-C devresi kullanılır.  
16. ( ) Kristaller, piezo elektrik etkisiyle çalışan bir elemandır.  
17. ( ) Sinüsoidal sinyal üreten osilatörlere multivibratör denir.  
18. ( ) Osilatör devrelerinde frekans kayması önemsizdir.  
19. ( ) Zaman içerisinde yönü ve şiddeti belli bir düzen içerisinde elektrik sinyallerine osilasyon denir.  
20. ( ) Mikrofonla hoparlör önünde durmak pozitif geri besleme etkisine sebep olur.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Haberleşme sistemlerinde kullanılan filtre devrelerini kavrayarak temel filtre devrelerini kurabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Doğrultma ve filtre devreleri modülündeki Filtreleri konusunu tekrar ediniz.
- Evlerde kullanılan süzgeçler ne işe yarar.
- Müzik sistemlerinde kullanılan equalizerin işlevini araştırınız.
- Çevremizde bu kadar cep telefonu var iken neden hiçbiri bir diğerini etkilemiyor. Araştırınız.

## 2.FİLTRELER

### 2.1. Filtre Teorisine Giriş

İnsan zihni aynı anda sadece bir noktaya konsantre olabilmektedir. Çevremizde ne kadar çok uyarıcı olsa da kişi sadece bir noktaya dikkatini verebilmektedir. Elektronik sistemlerde çevrede ne kadar çok sinyal veya giriş bilgisi olsa da sistemler sadece bir tanesiyle işlem yapacak şekilde düzenlenmiştir.

Bu tek bir sinyali geçirme işlemine filtre (süzme) işlemi denilmektedir. Doğrultma ve Filtre Devreleri modülünde olduğu gibi filtre devreleri istenmeyen sinyali engellemektedir. Sadece sistemin çalışmasına uygun olan sinyalleri geçirmektedir. Bu istenmeyen sinyaller parazit, gürültü ve diğer sistem sinyalleri olabilir.

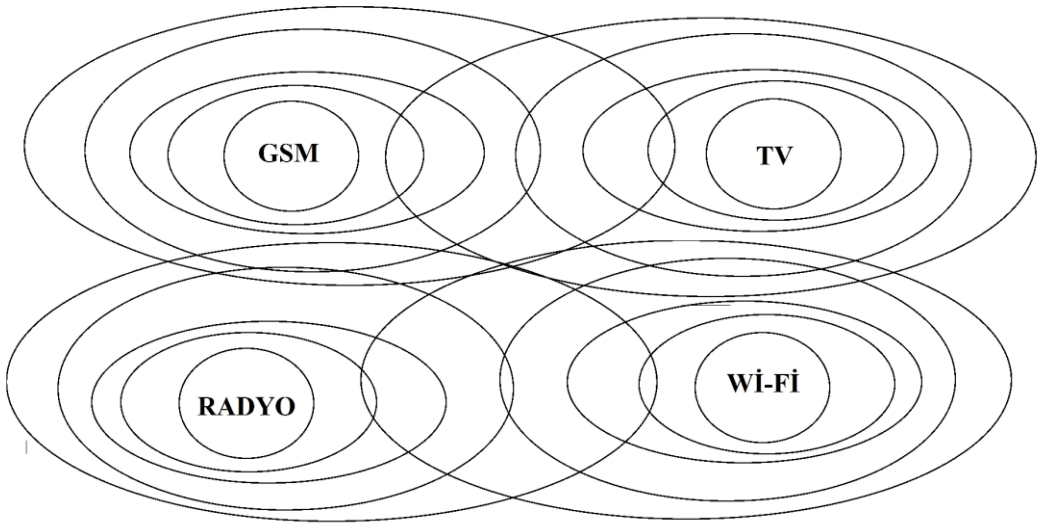
Örnek olarak bunu annelerimizin pilav yapmak için pirinçleri ayıklaması gösterilebilir. Pirinç poşetinde pirinç dışında taş ve çakılda olabilir. Pilavı yapmadan önce pirinçlerin bir filtreden (ayıklama işlemi) geçirilerek taşlar dışarı atılır. Tencerede sadece pirinçlerin bulunması sağlanır.

Elektronik filtre farklı frekanslara sahip sinyallerden kimilerini geçirip kimilerini bastıran bir devredir.

## 2.2. Haberleşme Sistemlerine Kullanım Amacı

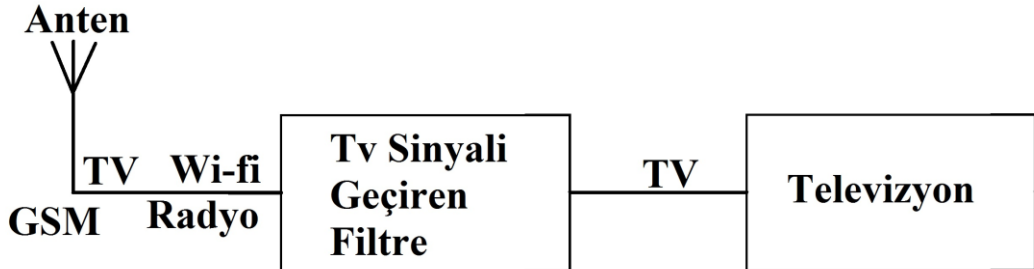
Filtre devreleri, haberleşme sistemlerinin en önemli elemanlarından biri, belirli bir frekans bölgesinde istenilen bir zayıflama ya da geciktirme karakteristiğini sağlayan devrelerdir.

Hemen hemen haberleşme sistemlerinin tümünde bulunan filtreler, belli bir frekans bandının geçmesine izin verirken bu bant dışında kalan frekansların ise zayıflatılmasını sağlar ve bu amaç için tasarlanır.



Şekil 2. 1: Sinyal karmaşası

Yukarıdaki Şekil 2.1'de görüldüğü gibi havada bulunan elektronik sinyaller çok çeşitlidir. Bu da bir sinyal karmaşasına sebep olmaktadır. Elektronik bir cihaz bu sinyallerin hepsini algılamakta fakat bir tanesi ile çalışmaktadır. Diğerleri sistemi bozmakta veya olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Filtre devreleri, burada devreye girmektedir.



Şekil 2. 2: Filtre devresinin işlevi

Antenden gelen sinyallerin tümü filtre devresine girdikten sonra filtre devresi sadece gerekli olan sinyali geçirir ve bunu sisteme iletir ve sistem bu sinyale göre çalışır.

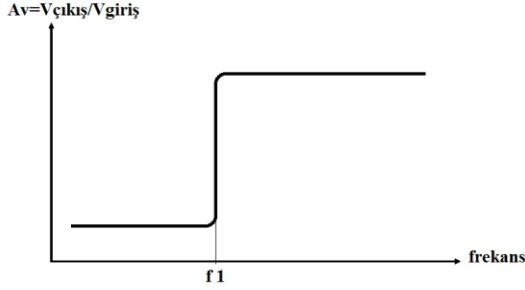
### **2.3. Filtrelerin Sınıflandırılması**

Sinyallerin bu kadar çeşitli olduğu elektrik-elektronikte bu sinyallerin ayıklanması içinde değişik filtre çeşitleri mevcuttur. Filtrelerin sınıflandırılmasında değişik kriterler vardır. Bunlar:

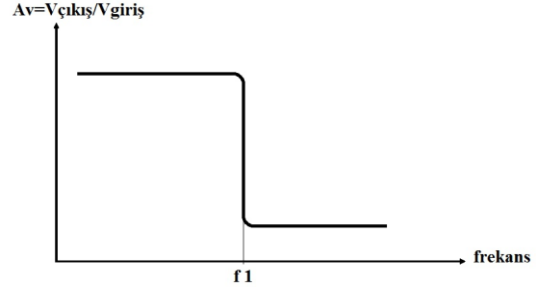
- Yapım elemanlarına göre(pasif filtreler, aktif filtreler)
- Çalışma prensibine göre(alçak geçiren filtre, yüksek geçiren filtre, bant geçiren filtre, bant durduran filtre)

Pasif devreler direnç, kondansatör ve indüktör (bobin) gibi temel devre elemanlarıyla oluşturulurlar. Aktif devreler ise çalışması için bir güç kaynağına gerek olan devrelerdir. Bu gibi devrelerde transistör ya da mikroişlemci gibi devre elemanları bulunur. Ama bu tür devrelerde de süzme işini yapan elemanlar pasif elemanlardır.

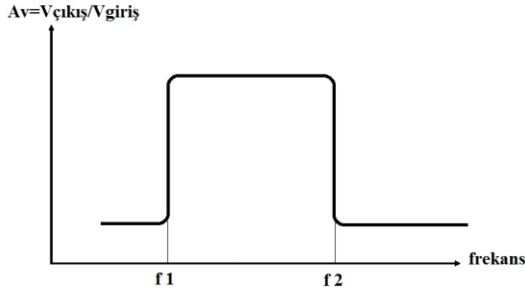
Belirlenen frekansın altındaki frekansları geçirip üstündekileri zayıflatıyorsa “alçak geçiren filtre”, üstündekileri geçirip altındaki frekansları zayıflatıyorsa “yüksek geçiren filtre” denir. Belirli bir frekans aralığındaki frekansları geçiriyorsa “bant geçiren filtre”, frekans aralığını zayıflatıyorsa “bant durduran filtre” adı verilir



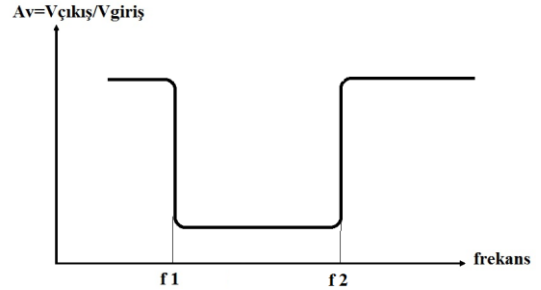
Şekil 2.3: Yüksek geçiren filtre



Şekil 2.4: Alçak geçiren filtre



Şekil 2. 5: Bant geçiren filtre

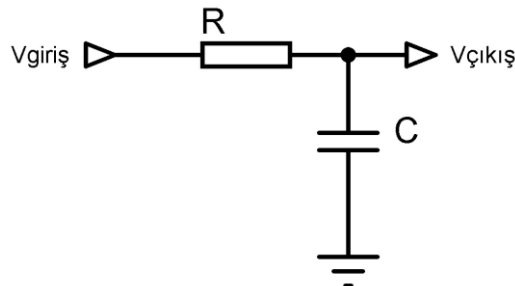


Şekil 2. 6: Bant durduran filtre

### 2.3.1. Pasif Filtreler (R, L, C Elemanları Seri ya da Paralel ).

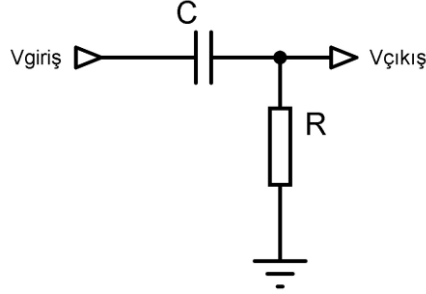
En basit filtreler bir direnç ve bir reaktif eleman kullanılarak yapılan tek kutuplu filtrelerdir. Özellikle RC filtreler gerek alçak geçiren ve gerekse yüksek geçiren filtre olarak yaygın olarak kullanılır. Kondansatörün yüksek frekansta kısa devre gibi alçak frekansta ise açık devre gibi davrandığı göz önüne alınırsa kondansatörün paralel ya da seri kolda yer almasının filtrenin özelliklerini ortaya koyduğu da görülür.

Şayet kondansatör paralel kolda ise yüksek frekanslı sinyaller topraklanır yani bastırılmış olur. Alçak frekanslı sinyaller ise kondansatörün varlığından etkilenmez. Bu alçak geçiren filtredir.



Şekil 2.7: Paralel kondansatör(pasif alçak geçiren filtre)

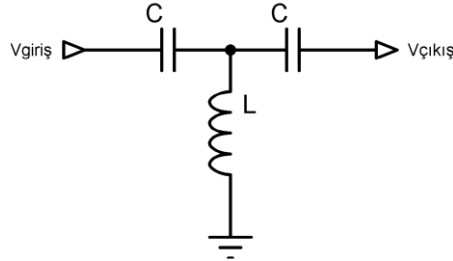
Kondansatör seri kolda ise alçak frekanslı sinyaller açık devre olan kondansatörden geçemezken yüksek frekanslı sinyaller kısa devre olan kondansatörden geçer. Bu da yüksek geçiren filtredir.



**Şekil 2. 8: Seri kondansatör (pasif yüksek geçiren filtre)**

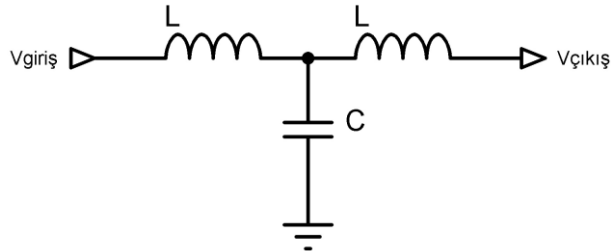
Tek kutuplu filtreler düşük güçlü devrelerde çok yaygın olmakla birlikte, direnç üzerinde harcanan enerjinin sistem verimliliğini düşürmesi sebebiyle yüksek güçlü devrelerde kullanılmaz. Yüksek güçlü devrelerde direnç yerine indüktör tercih edilir.

Üç elemanlı filtrelerde aynı tür iki elemanla farklı tür bir eleman kullanılır. **T tipi** filtrede aynı tür iki eleman seri kolda, **II tipi** filtrede ise paralel kolda yer alır. Paralel kolda kondansatör alçak geçiren filtre, paralel kolda indüktör ise yüksek geçiren filtredir.



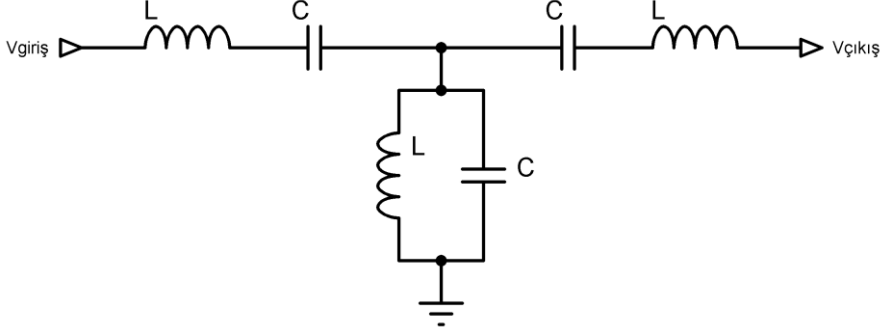
**Şekil 2.9: T tipi filtre(Pasif yüksek geçiren filtre)**

Yukarıdaki devre şeması T tipi bir filtreye aittir. Burada örnek olarak bir yüksek geçiren filtre gösterilmiştir. Aşağıdaki devre şeması ise II tipi bir filtreye aittir. Burada da örnek olarak bir alçak geçiren filtre gösterilmiştir. (Ancak tersi de olabilir yani kondansatör ve indüktörlerin yer değiştirmesi hâlinde, yukarıdaki şema alçak geçiren, aşağıdaki şema ise yüksek geçiren filtre hâline gelir.)



**Şekil 2.10: II (Pi) tipi filtre (Pasif alçak geçiren filtre)**

Bant geçiren filtre için alçak ve yüksek geçiren iki filtre seri olarak bağlanır. Bant durduran filtre ise alçak ve yüksek geçiren filtrelerin paralel bağlanarak seri kola bağlanması ile elde edilir.



Şekil 2. 11: Pasif Bant geçiren filtre

### 2.3.2. Aktif Filtreler

Aktif filtreler, aktif bir devre elemanı (opamp, transistör gibi) kullanılarak elde edilen filtrelerdir. Bobine ihtiyaç duyulmaz. Kesim frekansları nispeten daha kolay hesaplanır ve hesaplanan değerler daha tutarlı olur. Teorik pratiğe döktüğünde hata miktarı daha az olur.

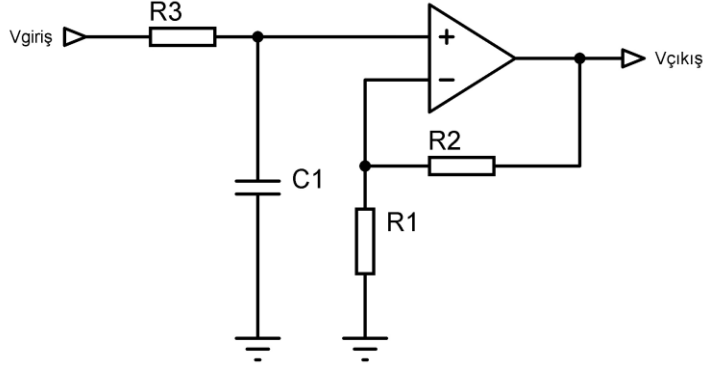
Aktif filtrelerin pasif filtrelere nazaran bazı avantaj ve dezavantajları vardır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

- Aktif filtre tasarımında bobin (self) elemanı kullanılmaz. Bu nedenle tasarımı kolay ve ucuzdur.
- Aktif filtre devrelerinin çıkış empedansı çok düşük, giriş empedansı ise oldukça yüksektir. Bu nedenle, aktif filtrelerin girişlerine veya çıkışlarına bağlanacak devre veya devre elemanlarının etkilenmesi söz konusu değildir.
- Aktif filtrelerde, filtrenin geçirgen olduğu frekanslarda herhangi bir zayıflatma olmaz. Çünkü aktif filtre tasarımında kullanılan opamp, filtre edilen işaretleri yükselterek çıkışına aktarabilir.
- Pasif filtreler herhangi bir besleme gerilimine gereksinim duymaz fakat aktif filtrelerin her zaman besleme gerilimine gereksinimleri vardır.
- Aktif filtre tasarımında kullanılan opamp'ların bant genişlikleri sınırlı olduğundan her frekansta aktif filtre tasarlamak oldukça zordur.
- Aktif filtre devrelerinde entegre üretim teknolojisinden kaynaklanan sınırlamalar nedeniyle self (bobin) elemanı kullanılamaz. Bu eleman yerine negatif empedans dönüştürücülerden yararlanılarak kondansatörden self elde edilebilir.
- Daha düşük maliyettedir. Aktif filtreler düşük frekanslı pasif filtreler için gerekli olan büyük indüktör ve kapasitörlere duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır.

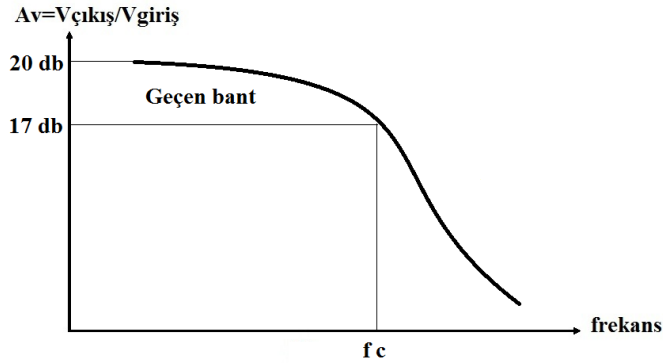


### 2.3.2.1. Alçak Geçiren Filtreler

Alçak geçiren filtre yapısında kesim frekansından ( $f_c$ ) daha küçük frekanslarda sabit bir kazanç vardır (genellikle birim kazanç). Kesim frekansında, alçak frekans kazancı 3dB azalır. Kesim frekansından ( $f_c$ ) yüksek frekanslar bant söndürme frekansı,  $f_c$ 'den küçük frekanslar ise bant geçirme frekansıdır. Bant söndürme frekansında kazanç oldukça azalır.



Şekil 2. 12: Op-amp'lı aktif alçak geçiren filtre



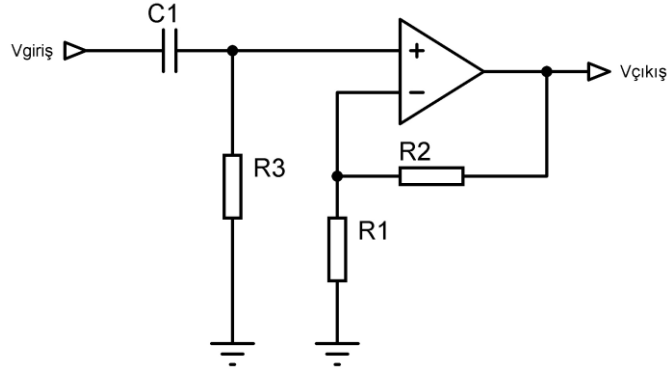
Şekil 2. 13: Alçak geçiren filtre frekans eğrisi

Kesim frekansı,

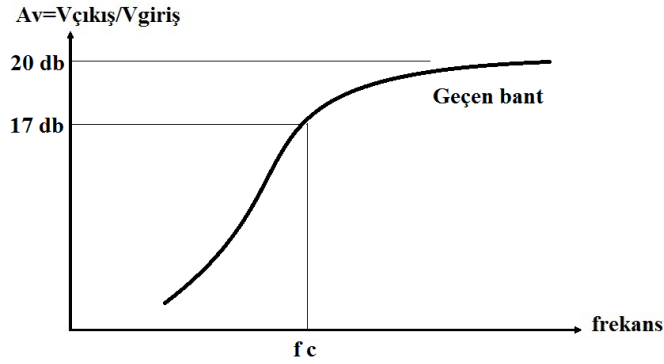
$$f_c = \frac{1}{2\pi \cdot C \cdot R2} \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

### 2.3.2.2. Yüksek Geçiren Filtreler

Yüksek geçiren filtre yapısında kesim frekansından ( $f_c$ ) daha büyük frekanslarda sabit bir kazanç vardır (genellikle birim kazanç). Kesim frekansında, yüksek frekans kazancı 3dB azalır. 0 Hz ile kesim frekansı ( $f_c$ ) arasındaki frekanslar bant söndürme frekansı,  $f_c$ 'den büyük frekanslar ise bant geçirme frekansıdır. Bant söndürme frekansında kazanç oldukça azalır.



Şekil 2.14: Op-amp'lı aktif yüksek geçiren filtre



Şekil 2. 15: Yüksek geçiren filtre frekans eğrisi

Kesim frekansı,

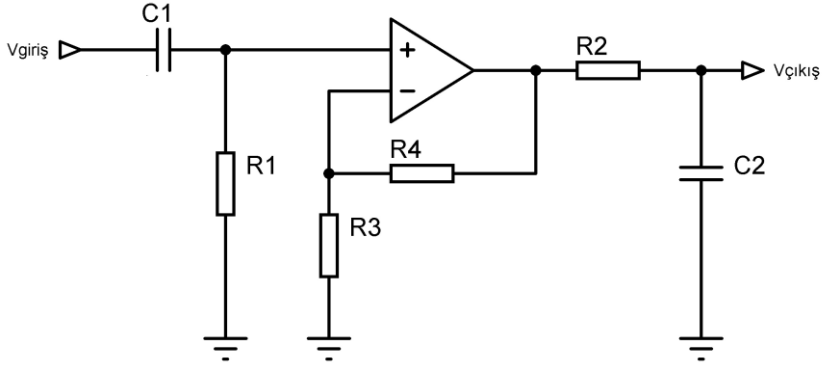
$$f_c = \frac{1}{2\pi \cdot C \cdot R2} \text{ formülü bulunur.}$$

### 2.3.2.3. Bant Geçiren Filtreler

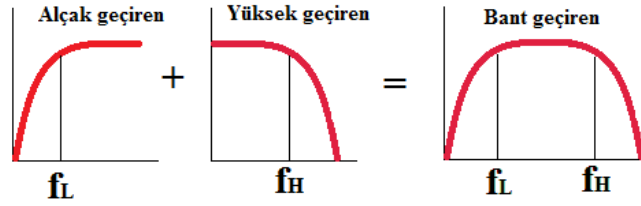


Şekil 2. 16: Bant geçiren filtre blok şeması

İdeal bir bant geçiren alt kesim ve üst kesim frekansları arasında kazancı yüksek bu dışındaki frekanslarda kazancı oldukça düşüktür. Bant geçiren filtreler alçak geçiren ve yüksek geçiren filtrelerin seri bağlanmasıyla elde edilir. Alt ve üst kesim frekansları ayrı ayrı hesaplanır. Aradaki değer ise sistemin **bant genişliğini** verir.

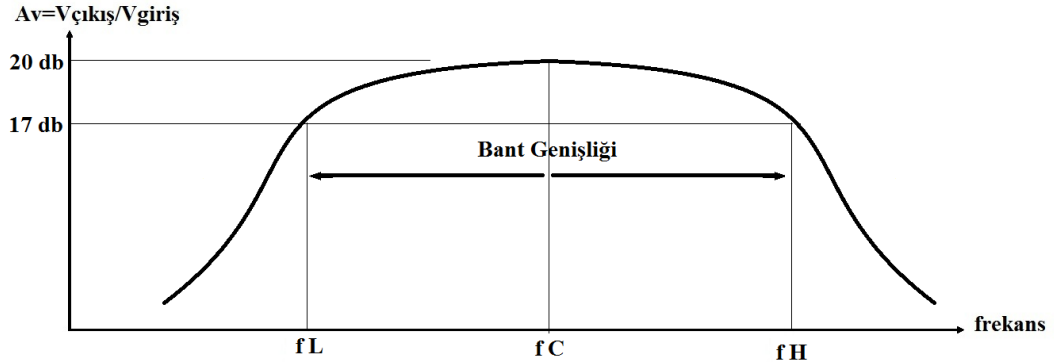


Şekil 2. 17: Op-amp'lı aktif bant geçiren filtre



Şekil 2. 18: Bant geçiren filtre prensibi

$f_c$  değeri bant genişliğinin merkez frekansıdır. Bu değer alt ve üst kesim frekanslarının geometrik ortalaması ile hesaplanır.



Şekil 2. 19: Bant geçiren filtre frekans eğrisi

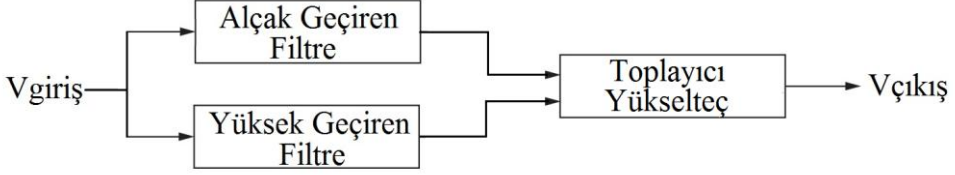
$f_c$  hesaplanırken iki yol izlenebilir. Birincisi devre kullanılan kondansatör ve direnç değerleri kullanılarak hesaplanır.

$$f_c = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{R1 \cdot R2 \cdot C1 \cdot C2}}$$

İkincisi ise alçak geçiren ve yüksek geçiren filtre devrelerinin kesim frekansı ayrı ayrı hesaplanır. Bu iki değerin geometrik ortalaması  $f_C$  değeri verir.

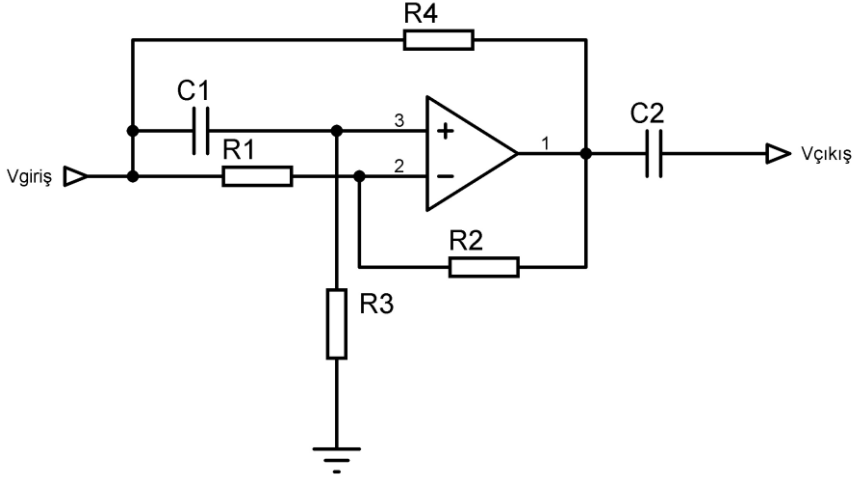
$$f_C = \sqrt{f_L \cdot f_H}$$

#### 2.3.2.4. Bant Durduran Filtreler



Şekil 2. 20: Bant durduran filtre blok şema

Bant durduran filtre devresi tasarlanırken alçak geçiren ve yüksek geçiren filtrenin paralel olarak bağlanmasıyla elde edilmektedir. Bu iki devrenin çıkışı toplayıcı devreyle birleştirilerek çıkış sinyali elde edilmektedir.



Şekil 2. 21: Aktif Bant durduran filtre

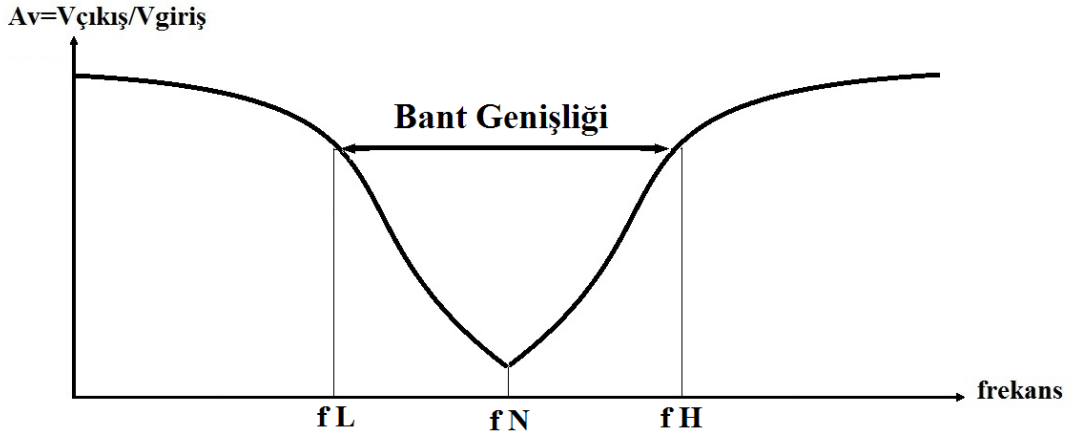
Devrede bant genişliğinin merkez frekansı  $f_N$  (fnotch) ile gösterilmektedir. Bu değer hesaplanırken bant geçiren filtre devresinde olduğu gibi yol vardır.

Birincisi devre kullanılan kondansatör ve direnç değerleri kullanılarak hesaplanır.

$$f_N = \frac{1}{2\pi\sqrt{R3 \cdot R4 \cdot C1 \cdot C2}}$$

İkincisi ise alçak geçiren ve yüksek geçiren filtre devrelerinin kesim frekansı ayrı ayrı hesaplanır. Bu iki değerin geometrik ortalaması  $f_C$  değeri verir.

$$f_N = \sqrt{f_L \cdot f_H}$$

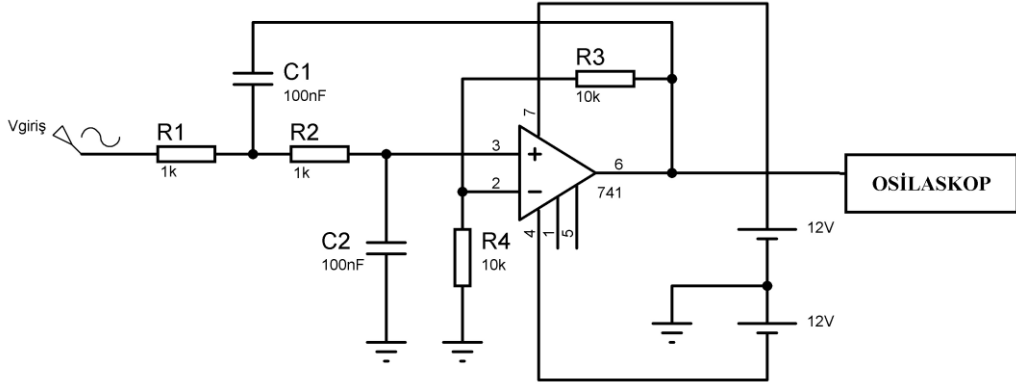


Şekil 2. 22: Bant durduran filtre frekans eğrisi

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyetini yaparak filtre devreleri kurabilecek ve bu devrelerin çıkışlarını inceleyebileceksiniz.

UYGULAMA ADI	OP-AMP ile alçak geçiren filtre uygulaması	UYGULAMA Nu.	1
-----------------	--	-----------------	---



**Uygulama devresi 5: Op-amp'lı Alçak geçiren filtre devresi**

#### **Malzeme Listesi**

LM 741, 12 V simetrik güç kaynağı, osilaskop, 2x 10k $\Omega$ , 2x 1k $\Omega$ , 2x 100 nF

#### **Öneriler**

İş güvenliği tedbirlerini alınız.

Osilaskop kullanımı ile ilgili bilgilerinizi tazeleyiniz.

Alçak filtrenin kesim frekansını hesaplayınız.

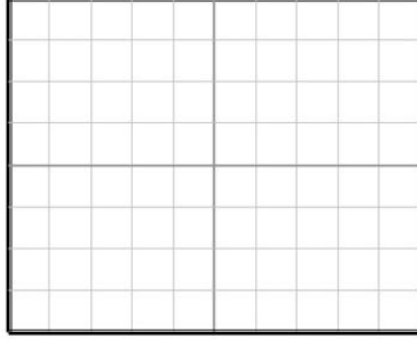
#### **İşlem Basamakları**

Şekildeki devre için gerekli olan malzemeleri ve cihazları hazırlayınız ve devreyi breadboard üzerine kurunuz.

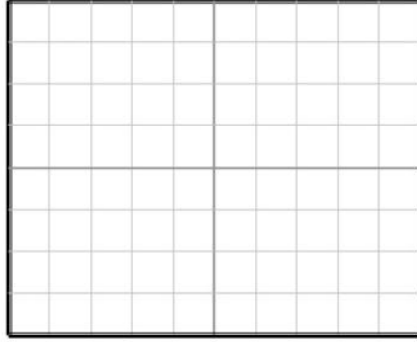
Vgiriş ve Vçıkış sinyallerini tabloda belirtilen frekans değerlerinde voltmetre ile ölçererek tabloyu tamamlayınız.

Frekans	Vgiriş	Vçıkış	Kazanç
10 Hz			
100 Hz			
500 Hz			
1000 Hz			
2000 Hz			

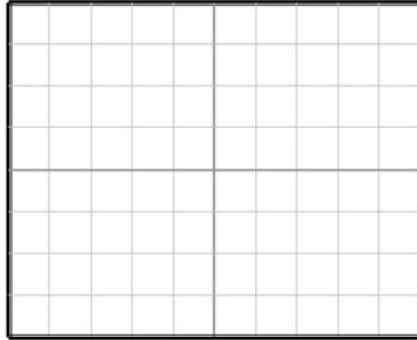
➤ Devreye Vgiriş= 2V 100 Hz sinüs sinyal uygulayarak çalıştırınız. osilaskop ekranındaki görüntüyü çiziniz.



- Devreye  $V_{giriş} = 2V$  1000 Hz sinüs sinyal uygulayarak çalıştırınız. Osilaskop ekranındaki görüntüyü çiziniz.

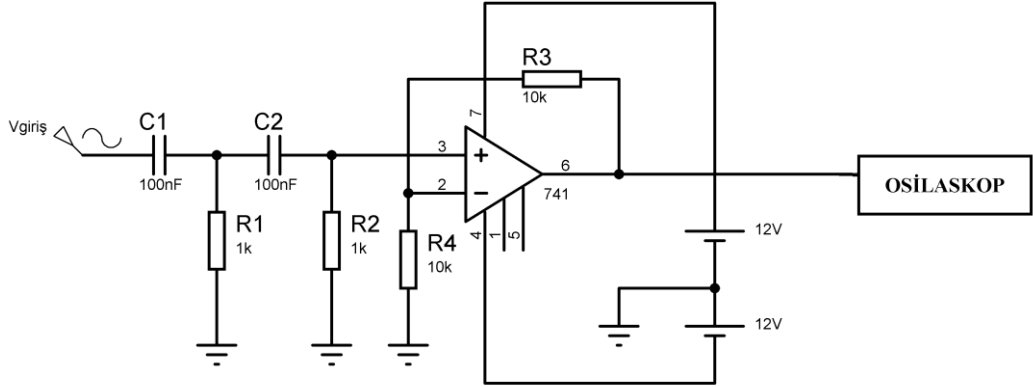


- Devreye  $V_{giriş} = 2V$  2000 Hz sinüs sinyal uygulayarak çalıştırınız. Osilaskop ekranındaki görüntüyü çiziniz.





Öğrencinin	DEĞERLENDİRME			TOPLAM	
Adı:					
Soyadı:				Rakam	Yazı
Sınıf / Nu.:					
Okul:	Öğretmen			Tarih:.../.../...	İmza
<b>UYGULAMA ADI</b>	<b>OP-AMP ile yüksek geçiren filtre uygulaması</b>			<b>UYGULAMA Nu.</b>	<b>2</b>



**Uygulama devresi 6: Op-amp'lı Yüksek geçiren filtre devresi**

**Malzeme Listesi**

LM 741, 12 V Simetrik güç kaynağı, osilaskop, 2x 10kΩ, 2x 1kΩ, 2x 100 nF

**Öneriler**

- İş güvenliği tedbirlerini alınız.
- Osilaskop kullanımı ile ilgili bilgilerinizi tazeleyiniz.
- Yüksek filtrenin kesim frekansını hesaplayınız.

**İşlem Basamakları**

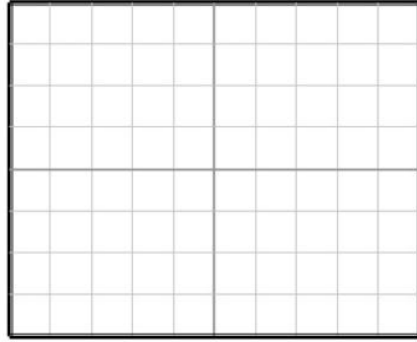
Şekildeki devre için gerekli olan malzemeleri ve cihazları hazırlayınız ve devreyi breadboard üzerine kurunuz.

Vgiriş ve Vçıkış sinyallerini tabloda belirtilen frekans değerlerinde voltmetre ile ölçererek tabloyu tamamlayınız.

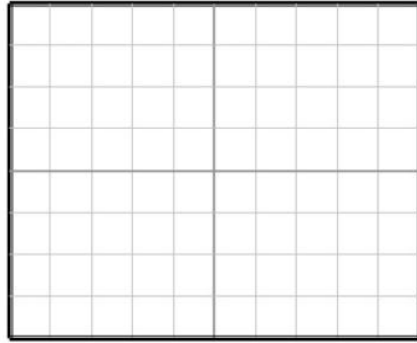
Frekans	Vgiriş	Vçıkış	Kazanç
100 Hz			
500 Hz			
1000 Hz			

2000 Hz			
3000 Hz			

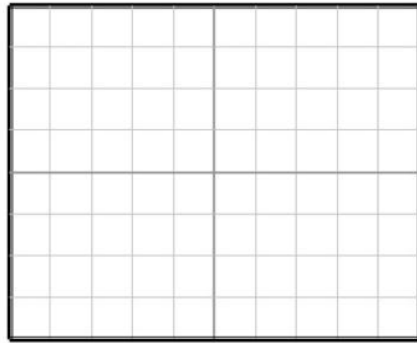
- Devreye  $V_{giriş} = 2V$  1000 Hz sinüs sinyal uygulayarak çalıştırınız. Osilaskop ekranındaki görüntüyü çiziniz.



- Devreye  $V_{giriş} = 2V$  2000 Hz sinüs sinyal uygulayarak çalıştırınız. Osilaskop ekranındaki görüntüyü çiziniz.



- Devreye  $V_{giriş} = 2V$  3000 Hz sinüs sinyal uygulayarak çalıştırınız. Osilaskop ekranındaki görüntüyü çiziniz.



Öğrencinin	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
	Adı:					Rakam
Soyadı:						
Sınıf / Nu.:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:.../.../...	İmza	

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Filtre devresi için gereken malzemeleri ve araç gereci hazırlayabildiniz mi?		
2. Devreyi kurup güç bağlantısını yapabildiniz mi?		
3. Eleman bağlantılarını son kez kontrol edebildiniz mi?		
4. Çıkışa osiloskop bağlayabildiniz mi?		
5. Devreye gerilim uygulayabildiniz mi?		
6. Çıkışta oluşan sinyalin frekansını gözleyebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yapım elemanlarına göre yapılan filtre çeşididir?  
A) Pasif filtre  
B) Alçak geçiren filtre  
C) Bant geçiren filtre  
D) Yüksek geçiren filtre
2. Pasif filtre devrelerinde hangisi kullanılmaz?  
A) Direnç  
B) Op-amp  
C) Kondansatör  
D) Bobin
3. Belirli bir frekans aralığındaki sinyalleri geçiren filtre devresinin ismi nedir?  
A) Bant durduran filtre  
B) Alçak geçiren filtre  
C) Bant geçiren filtre  
D) Yüksek geçiren filtre
4. Aşağıdakilerden hangisi aktif fitrenin avantajlarından değildir?  
A) Tasarımı kolay ve ucuzdur.  
B) Çıkış empedansı düşüktür.  
C) Besleme gerilimi gereksinimi vardır.  
D) Giriş empedansı yüksektir.
5. Aşağıdakilerden hangisi pasif filtrelerin özelliklerinde değildir?  
A) Bobin, direnç ve kondansatör gibi elemanlarla yapılır.  
B) Devre kazancı 1'den büyüktür.  
C) Yüksek güçlü devrelerde direnç yerine bobin kullanılır.  
D) Hiçbiri

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

6. ( ) Bant durduran filtre, alçak geçiren ve yüksek geçiren filtrenin paralel bağlanmasıyla elde edilir.
7. ( ) Bant genişliği iki kesim frekansı arasındaki değerdir.
8. ( ) Pasif filtreler haricî güç kaynağına ihtiyaç duyar.
9. ( ) Pasif filtre devresinde bobin kullanılmaz.
10. ( ) Belirlenen frekansın altındaki frekansları geçirip üstündekileri zayıflatıyorsa yüksek geçiren filtredir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Çalışan bir sistemin çıkış sinyalinin giriş sinyalini etkilemesine ne denir?  
A) Osilatör  
B) Filtre  
C) Geri besleme  
D) Yükselteç
2. Osilatör devresinin işlevi nedir?  
A) Giriş sinyalini yükseltir.  
B) AC akımı DC akıma çevirir.  
C) DC akımı AC akıma çevirir  
D) Girişteki istenmeyen sinyalleri süzer
3. Kare dalga sinyal en çok hangi devrelerde kullanılır?  
A) FM radyo devreleri  
B) Dijital devrelerde  
C) Analog devreler  
D) Doğrultmaç devrelerinde
4. Hangisi LC tank devresiyle yapılan osilatör devrelerinden değildir?  
A) Wien köprü osilatörü  
B) Kolpitts osilatör  
C) Seri Hartley osilatör  
D) Kollektör akortlu osilatör
5. Aşağıdakilerden hangisi osilatör devresi çeşitlerinde değildir?  
A) RC faz kaymalı devre  
B) Hartley devresi  
C) Wien köprü devresi  
D) Alçak geçiren devre
6. Bir R-C devresi kaç derecelik faz kayması sağlar?  
A) 60  
B) 90  
C) 120  
D) 180
7. Multivibratör devrelerinden hangisi hafıza elemanı olarak kullanılabilir?  
A) 555'li astable multivibratör  
B) Bistable multivibratör  
C) Monostable multivibratör  
D) Astable multivibratör

8. Hangi osilatör devresi daha kararlı çalışmaktadır?  
A) L-C osilatör  
B) Hartley devresi  
C) Wien köprü devresi  
D) Kristal osilatör
9. Aşağıdakilerden hangisi yapım elemanlarına göre yapılan filtre çeşididir?  
A) Pasif filtre  
B) Alçak geçiren filtre  
C) Bant geçiren filtre  
D) Yüksek geçiren filtre
10. Pasif filtre devrelerinde hangisi kullanılmaz?  
A) Direnç  
B) Op-amp  
C) Kondansatör  
D) Bobin
11. Belirli bir frekans aralığındaki sinyalleri geçiren filtre devresinin ismi nedir?  
A) Bant durduran filtre  
B) Alçak geçiren filtre  
C) Bant geçiren filtre  
D) Yüksek geçiren filtre
12. Aşağıdakilerden hangisi aktif fitrenin avantajlarından değildir?  
A) Tasarımı kolay ve ucuzdur.  
B) Çıkış empedansı düşüktür.  
C) Besleme gerilimi gereksinimi vardır.  
D) Giriş empedansı yüksektir.

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

13. ( ) Bant durduran filtre, alçak geçiren ve yüksek geçiren filtrenin paralel bağlanmasıyla elde edilir.
14. ( ) Pasif filtreler haricâ güç kaynağına ihtiyaç duyar.
15. ( ) Belirlenen frekansın altındaki frekansları geçirip üstündekileri zayıflatıyorsa, yüksek geçiren filtredir.
16. ( ) Schmitt trigger devresi kare dalga sinyal üreten bir devredir.
17. ( ) Bistable multivibratör bir bitlik hafızadır.
18. ( ) L-C tank devresin tek başına kullanıldığında sönümsüz osilasyon üretir.
19. ( ) R-C faz kaymalı osilatör devresinde 180 °lik faz kayması için üç adet R-C devresi kullanılır.
20. ( ) Kristaller, piezo elektrik etkisiyle çalışan bir elemandır.
21. ( ) Sinüsoidal sinyal üreten osilatörlere multivibratör denir.
22. ( ) Osilatör devrelerinde frekans kayması önemsizdir.

- 
23. ( ) Zaman içerisinde yönü ve şiddeti belli bir düzen içerisinde elektrik sinyallerine osilasyon denir.
24. ( ) Mikrofonla hoparlör önünde durmak negatif geri besleme etkisine sebep olur.

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	C
4	B
5	D
6	A
7	B
8	A
9	B
10	B
11	Yanlış
12	Doğru
13	Yanlış
14	Yanlış
15	Yanlış
16	Doğru
17	Yanlış
18	Yanlış
19	Doğru
20	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	C
4	C
5	B
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Yanlış
10	Yanlış



## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	B
4	A
5	D
6	A
7	B
8	D
9	A
10	B
11	C
12	C
13	Doğru
14	Yanlış
15	Yanlış
16	Doğru
17	Doğru
18	Yanlış
19	Doğru
20	Doğru
21	Yanlış
22	Yanlış
23	Doğru
24	Yanlış

## KAYNAKÇA

- YAĞIMLI Mustafa, AKAR Feyzi, **Elektronik**, BETA Yayınları, İstanbul, 1999.
- TUNÇAY Ersoy, **Endüstriyel Kontrol Arıza Analizi**, Güney Matbaa, İstanbul, 2009.